

O PROFESSOR DE FÍSICA EM SALA DE AULA: UM INSTRUMENTO PARA CARACTERIZAR SUA ATUAÇÃO¹

(The physics teacher in the classroom: an instrument to characterize classroom practices)

Anne L. Scarinci [l.scarinci@gmail.com]

Jesuína L. A. Pacca [jepacca@if.usp.br]

Universidade de São Paulo

Rua do Matão, 187, travessa R, Ed. Basílio Jafet, Cidade Universitária, São Paulo - SP

Resumo

No intuito de analisar e interpretar a atuação do professor de física em sala de aula, elaboramos um instrumento de análise com cinco dimensões, que procuraram descrever – *i*) as estratégias escolhidas para a condução do ensino, *ii*) as habilidades mobilizadas, *iii*) as atitudes na interação com os alunos, *iv*) a avaliação que o professor faz do seu trabalho e *v*) a meta-avaliação ou tomada de consciência sobre a própria atuação. O instrumento foi construído a partir de ideias construtivistas sobre ensino e aprendizagem e de dados empíricos provenientes de relatos de professores sobre suas aulas. Num processo de idas e vindas, buscamos coerência da teoria adotada com a natureza dos dados sobre a atuação do professor. O objetivo maior foi de fornecer subsídios aos formadores de professores sobre as dificuldades que estes podem encontrar para modificar suas práticas a partir das ideias veiculadas pelos programas de formação docente.

Palavras-chave: Construtivismo na sala de aula; formação de professores, modificação das práticas docentes.

Abstract

With the purpose of analyzing and interpreting physics teachers' performance in the classroom, we elaborated an analysis instrument with five dimensions which aim to describe – *i*) the strategies chosen to conduct learning, *ii*) the abilities mobilized, *iii*) the attitudes in the interaction with students, *iv*) the evaluation the teacher makes of his work and *v*) the meta-evaluation of his practice. The instrument was constructed from constructivist ideas of teaching and learning and empirical data from teachers' statements about their classes. Through a to and from process we sought coherence of the adopted theory with the nature of data about teachers' performance. The broader purpose is to provide ground for teachers' educators about difficulties teachers may find when trying to modify their practices during a professional development program.

Key-words: Constructivism in the classroom, teachers' professional development, modification of teacher practices.

1. Introdução

A motivação dessa pesquisa emergiu de observações dos desejos, dificuldades e angústias dos professores participantes de programas de desenvolvimento profissional, e do pouco sucesso desses cursos em ajudá-los a realizar mudanças reais no ensino. Essa tem sido também uma preocupação geral dos pesquisadores quando se mostram frustrados pelo fato de os resultados das suas pesquisas não chegarem à sala de aula; para nós isso significaria não se conseguem produzir mudanças significativas nas concepções de ensino dos professores.

De fato, a manutenção das práticas cotidianas e a deturpação das ideias veiculadas ocorrem com frequência, a contar pela vasta literatura que descreve resultados e sentimentos oriundos de programas de formação pós-universitária. Assim como os professores invocam os alunos como justificativa de fracasso, também formadores apontam atitudes de resistência às propostas por parte

¹ Apoio CNPq e FAPESP.

dos professores. Entre as atitudes inadequadas destes, os formadores comumente apontam a procura por receitas prontas, os mecanismos de defesa de natureza psicológica (professores fogem a admitir sua responsabilidade pelo fracasso dos alunos) e o preconceito em relação à teoria (Perosa, 1997).

Os objetivos dos professores e dos formadores parecem ser inicialmente os mesmos, mas as razões para os fracassos e os entraves para desenvolver o processo, vistos por um grupo e por outro, são em geral bastante divergentes. Para Perrenoud (1993), um equívoco clássico a que incorre o formador é a ideia de que a mudança depende de um simples esclarecimento racional, subestimando outros determinantes da prática pedagógica. Alguns professores, de fato, queixam-se de que os cursos são muito teóricos, não trazendo elementos realmente úteis à sua prática, e de que os conteúdos ensinados não são aplicáveis à sua realidade.

Por outro lado, os formadores não reconhecem tais características nos seus cursos e se perguntam qual será o elo não estabelecido, capaz de fazer com que os professores compreendam as propostas e apliquem na sala de aula aquilo que os cursos esperam. De qualquer modo, há um descompasso entre as expectativas dos formadores e o que vai para a sala de aula.

Participamos desde 2005 de um Projeto FAPESP para a formação de professores, acompanhando de perto o que os professores eram capazes de praticar nas suas aulas. Percebemos a dificuldade deles em *encaixar os conhecimentos* aprendidos com a participação no projeto *dentro do conjunto das suas ações na sala de aula*. Parecia haver algum conflito interno que os levava a uma grande insegurança ao tentar mudar as práticas.

Assim, procurando observar com maior profundidade essas dificuldades, pudemos notar que, no desenvolvimento do planejamento do professor na sala de aula (especificamente, nesta pesquisa, do professor de física), ocorriam truncamentos na sua sequência pedagógica quando ele procurava incluir novas ideias, veiculadas pelo programa de formação, às suas ações habituais de sala de aula. Procuramos identificar e caracterizar elementos que compõem essa prática através de um instrumento capaz de representar essa atuação e de auxiliar-nos no entendimento da distância entre o que esperam os pesquisadores e o que se realiza na prática.

2. Ações do professor e os pressupostos construtivistas

Adotamos, para a condução de um programa em modalidade formação contínua, concepções de aprendizagem de cunho construtivista; Piaget, Bachelard e Vigotsky são os autores principais que embasam os procedimentos adotados. A seguir, fazemos um apanhado geral das principais características dessas concepções e de como elas poderão estar incluídas nas ações do professor. Nossa intenção é olhar para essas ações e compreender o que ocorre com a intervenção do professor durante o processo de ensino e aprendizagem.

A pedra angular de teoria construtivista é a ideia de que o conhecimento é fruto de construções ou elaborações da mente humana, em oposição a descrições objetivas ou cópias da realidade concreta (Piaget, 1997, Bachelard, 1996, Vigotsky, 2000). As informações provenientes do meio físico não possuem significado intrínseco; é o indivíduo quem ativamente as interpreta e lhes atribui significado (Osborne & Wittrock, 1985). Essa construção de significados atribuídos aos fenômenos para compreendê-los e explicá-los é influenciada por fatores como os conhecimentos e vivências anteriores do sujeito, seus interesses e valores (nos quais se incluem fatores históricos e sócio-culturais) e suas potencialidades cognitivas.

Uma decorrência importante dessa visão implica em prever que, mesmo antes de uma criança entrar na escola ou de um estudante começar a aprender determinado conteúdo, já possuem vivências que lhes permitiram produzir um quadro interpretativo dos fenômenos de que tratará

aquele conteúdo, portanto já trazem, desde o início do aprendizado, uma bagagem prévia. “*Quando se apresenta à ciência um espírito nunca é jovem*” (Bachelard, 1996).

Pesquisadores da década de 80 que investigaram essas ideias prévias dos estudantes verificaram que elas são frequentemente diferentes das científicas (Viennot, 1985, Driver *et al*, 1994), por conseguinte, identificadas como *erros* dentro do ambiente escolar. O problema desses erros é que eles não são retificados (no sentido bachelardiano) de forma simples (por exemplo, através de um ensino transmissivo que “revela a verdade” para o estudante), pois uma vez construída uma ideia, ela se aloca na estrutura mental do sujeito, relacionando-se a outras concepções que ele já possui, de tal forma que pode tornar-se consideravelmente resistente à mudança (obstáculo epistemológico).

Diversas metodologias de ensino já propostas, que atendem a teorias construtivistas, referem-se a algumas características em comum, como a consideração das concepções prévias do aprendiz durante o processo de aprendizagem e o estímulo à motivação através de problemas ou situações que criem uma pertinência para o aprendizado – em termos de fenômenos que, para serem bem explicados, necessitem do conteúdo que se quer ensinar. É consenso entre os autores da tradição construtivista aqui citados que o aprendizado da ciência requer uma atividade mental ativa, construtora de significados, por parte do aprendiz. O mesmo se pode considerar quando o aprendiz é o professor em formação contínua.

Piaget (1997) prevê que o processo de aprendizado possa ser longo, pois requer etapas sucessivas de construção e reconstrução dos significados, o que envolve ajustes nas estruturas já construídas (acomodações e assimilações aos esquemas cognitivos). As possibilidades de ajustes se ampliam de modo *gradativo*, especialmente em se tratando de conteúdos complexos, como é o caso da física.

Na sala de aula, nas primeiras aproximações a um fenômeno, o estudante tem acesso a algumas poucas experiências ou situações em que o conceito é aplicado (nos casos que veremos a seguir, o conceito de corrente elétrica foi inicialmente estudado para um circuito simples pilha-lâmpada). As explicações do professor, tendo em conta as potencialidades pontuais dos seus alunos, também são limitadas, o que torna difícil identificar no erro do aluno uma barreira conceitual que precisa ser ultrapassada.

Além disso, o uso de um conceito recém-aprendido não apresenta autonomia suficiente para situações diferentes, mesmo que sejam análogas do ponto de vista teórico-científico. Esse é o estágio em que o aprendiz é capaz de fazer algo *em cooperação* (Vigotsky, 2000), que sozinho não seria capaz (zona de desenvolvimento proximal). Daí, a competência do professor é essencial. E Vigotsky reconhece a necessidade da intervenção oportuna e adequada do professor em sala de aula para proporcionar a aprendizagem desejada.

Vigotsky (*ibid*) também ressalta uma nova compreensão que se deve ter da *imitação* no aprendizado. Longe de ser um processo mecânico que qualquer um pode fazer, a imitação envolve um intenso uso das capacidades que o aprendiz já possui e uma atividade mental de interpretação e significação das ações que estão sendo realizadas. Dessa forma, a imitação funciona como uma pré-criação *assessorada* (novamente o papel importante do professor), em que determinados procedimentos devem ser aprendidos para que o indivíduo adquira autonomia para uma criação independente.

Conforme os estudos de Piaget (1976), na fase de aprendizagem, o sujeito relaciona o elemento novo a uma estrutura conceitual, porém com pontos de desencaixe – o que o leva a uma desequilíbrio na estrutura e à chance de atualização dos esquemas cognitivos, se houver condições favoráveis. Dado o processo de decodificação, interpretação e acomodação da informação que é recebida pelo aprendiz, a distorção é inevitável e, justamente em vista disso, fala-

se das “sucessivas reconstruções” do conhecimento que o aprendiz deve operar. Por isso, o professor “*deve estar atento não apenas às ideias que os alunos possuem antes, mas também ao longo do processo de ensino*” (Bastos *et al*, 2004, p.45). Ou seja, não basta o professor ouvir o que o aluno pensa sobre um fenômeno somente em uma fase inicial e diagnóstica do ensino de um conteúdo. O diálogo deve ser constante e o professor precisa estar atento aos *feedbacks* intermediários das novas hipóteses levantadas pelos alunos e suas compreensões da ciência em estudo e, na medida do possível, quando se consegue criar um ambiente de confiança mútua, também suas dúvidas e confusões.

As próprias atividades geralmente escolhidas por metodologias de orientação construtivista contêm densidade maior de momentos não centrados no professor (como experimentos, debates e trabalhos em grupos) e quantidade também grande de instantes que, embora orquestrados pelo professor, requerem grande interatividade dos alunos, como explicações em que o professor pede ajuda aos alunos para interpretações, exemplificações etc.

O tipo de atividade escolhida, contudo, não funciona por si só. Assim como a presença de atividades práticas ou experimentais não garante o aprendizado, também aulas com centro no professor (demonstrações, aulas expositivas) não necessariamente o inviabilizam. O ponto central da teoria construtivista, reiteramos, é a atividade mental do sujeito na construção dos significados, o que na escola se traduz corretamente pela *manutenção do diálogo* com os alunos para que se estabeleçam “pontes” entre o conhecimento do aluno, em construção, e o conhecimento a ser ensinado pelo professor, até que o objetivo final seja alcançado.

3. A elaboração de um instrumento para analisar as ações do professor

O olhar para a prática do professor será embasado num arcabouço teórico construtivista sobre *em que consiste ensinar e como se aprende*. A elaboração do nosso instrumento teve também um forte componente empírico, pois as categorias de análise foram formuladas também e principalmente a partir da própria expressão dos professores sobre a sua prática. Para não correr o risco de selecionar dados precocemente e, dessa forma, limitar as possibilidades de análise e interpretação, optamos por considerar as concepções construtivistas principais dos referenciais citados anteriormente.

3.1 Metodologia e Fonte de dados

Procuramos coletar informações sobre a atuação dos professores de física olhando para diversos aspectos – como planejam um tema de ensino, como conduzem as atividades desse tema em sala de aula, que estratégias utilizam para levar os alunos desde a motivação da abertura de um assunto até as aulas de fechamento e avaliação, e como incluem os imprevistos comuns da prática na operacionalização do planejamento – perguntas dos alunos, constatação da existência de obstáculos ao aprendizado etc. – e como avaliam sua própria atuação.

Tomamos como população amostral da nossa investigação professores que participavam de um programa de formação contínua² que contava, em seu planejamento, com momentos específicos em que os professores estariam relatando suas aulas reais. A *prática declarada* dos professores, através de seus relatos, foi nossa fonte primeira e principal de dados, utilizada inclusive durante o período de refinamento do instrumento. Complementarmente utilizamos entrevistas individuais.

² Projeto FAPESP, dentro do programa para melhoria do ensino público - *Eletromagnetismo no Ensino Médio: Barreiras Conceituais e Estratégias de Ensino* – que aconteceu no Instituto de Física da USP.

O grupo que observamos era composto por nove professores da rede pública de São Paulo e o programa aconteceu em 2005, no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Esses professores tinham como formação inicial licenciatura em matemática com habilitação em física (cinco participantes) e licenciatura em física (quatro); o tempo de magistério variava entre dois e trinta anos.

Para a construção do instrumento, uma vez que a pesquisa estaria fundamentada em discursos e reflexões dos sujeitos, baseamo-nos em textos sobre pesquisa qualitativa de Lüdke e André (1996), de Bogdan e Biklen (1994) e de Pacca e Villani (1990).

Durante o período da coleta, procuramos atentar para todos os possíveis indícios, provindos dos depoimentos dos professores, que nos levassem a caracterizar a atuação do professor em sala de aula de acordo com os aspectos já citados. Em seguida, construímos uma grade de análise preliminar, dando conta dessas informações, e que ao mesmo tempo nos apontasse uma estrutura de natureza pedagógica e de atuação do professor, dentro de alguma concepção de ensino e aprendizagem.

A construção do instrumento de análise, nesse tipo de trabalho de pesquisa qualitativa baseada em discursos e reflexões sobre os sujeitos, exige um tratamento dinâmico com várias idas e vindas aos dados e à base teórica, até que se obtenha um instrumento final capaz de fornecer a informação desejada e uma interpretação adequada à natureza da questão investigada (Pacca & Villani, 1990). Assim, do nosso quadro preliminar surgiu um conjunto de questões analíticas que teve várias versões antes de chegar à final aqui apresentada.

Desta forma, o instrumento final de análise levou em conta, por um lado, características do que se entende ser uma opção de ensino e aprendizagem construtivista e, por outro lado, dados da realidade do professor na sua ação em sala de aula.

3.2 O instrumento de análise

Construímos um quadro de categorias e sub-categorias agrupadas em cinco dimensões; A dimensão permite olhar para alguns aspectos da atuação do professor, de diferentes naturezas. As categorias organizam os dados dentro das dimensões adotadas e devem compor um todo capaz de agrupá-los, dando-lhes significado (Bogdan e Biklen, 1994). Espera-se com essa estrutura chegar a um modelo para a atuação do professor que se refira a certos aspectos considerados pertinentes e que inclua os dados disponíveis. As três primeiras dimensões, focalizando os modos de atuação do professor na sala de aula enquanto procura construir o conhecimento dos alunos, foram assim nomeadas (Scarinci, 2006):

1. O professor e as estratégias
2. O professor e as habilidades
3. O professor e as atitudes

1. *O professor e as estratégias*: As cinco categorias dentro desta dimensão dizem respeito às ações de cunho racional e planejado do professor para as suas aulas. Analisamos a forma como dá abertura para um tema ou atividade, de modo a despertar o interesse dos alunos para a sua realização; como desenvolve uma atividade; como encaminha o fechamento de um tema e como organiza seu planejamento em relação à sequência dos conteúdos. As estratégias que o professor utiliza, ou planeja utilizar, em suas aulas, trazem implícita uma concepção de aprendizagem que pode estar consciente para o professor ou não.

- 1. Como o professor estimula a motivação, na abertura de um tema?**
 - a) Questão para resolver / curiosidade.
 - b) Através de atividade interessante.
 - c) Através de pressão por rendimento (extrínseca).
- 2. Como o professor opera com as concepções alternativas?**
 - a) Usa-as para o desenvolvimento do conhecimento científico.
 - b) Tentando conectá-las às atividades.
 - c) Não chega a incluí-las na sequência.
- 3. Como o professor conduz o desenvolvimento de uma atividade?**
 - a) Clareza nos objetivos da atividade e abre espaço para manifestações dos alunos.
 - b) Clareza nos objetivos da atividade, mas não abre espaço para manifestações dos alunos.
 - c) Não tem consciência sobre os objetivos específicos da atividade.
- 4. Como o professor faz o fechamento de um tema ou atividade?**
 - a) Relaciona o conhecimento científico com o que o aluno construiu.
 - b) Não faz fechamento explicitamente.
 - c) Faz fechamento com ruptura entre o conhecimento construído e o científico.
- 5. Que estrutura segue a sequência aplicada pelo professor?**
 - a) Conteúdo com origem em uma situação problema.
 - b) Lógica do conteúdo científico estabelecido.
 - c) Sequência randômica ou sugerida por um índice.

2. *O professor e as habilidades*: As quatro categorias dentro desta dimensão referem-se ao tratamento que o professor dá a domínios de sua prática que não foram completamente planejados ou previstos e que, por isso mesmo, dependem fortemente de sua atuação e iniciativa, como a coesão entre as atividades de um mesmo tema, a relação entre a matematização e o conceito físico e a flexibilização do planejamento com o transcorrer da prática. Essas categorias especialmente estabelecem um elo entre uma *relação direta com a teoria* que fundamenta nosso instrumento e *com os dados reais* que trazemos da sala de aula. Desse modo, tratam do conteúdo, do enfoque que o professor dá ao conteúdo e da utilização que ele faz do plano de aula.

Uma habilidade se desenvolve como conjunção de vários fatores, tais como o preparo conceitual do professor, sua disponibilidade para ouvir o aluno e considerá-lo como colaborador ativo no processo de ensino e aprendizagem, o conhecimento de várias abordagens e de atividades diferentes que permitam improvisos momentâneos, etc. Essa variedade de fatores é essencial para trabalhar com alguma coerência com o que entendemos por construtivismo.

- 6. Como o professor dá unidade às várias atividades que pertencem a um mesmo tema ou objetivo?**
 - a) Consegue, em sala de aula, dar unidade à sequência.
 - b) Não consegue concretizar, na sala de aula, a unidade da sequência.
 - c) Não tem essa preocupação presente na sala de aula.
- 7. Como o professor opera conceito vs. formalização matemática nas aulas?**
 - a) Equilíbrio e complementaridade.
 - b) Negligencia a matemática em favor do conceito (deliberadamente ou sem consciência).
 - c) Separadamente, sem conexão.
- 8. Como o professor opera o planejamento conforme a prática?**
 - a) Encaixes em relação com *feedback* e mantendo o objetivo final.
 - b) Encaixes sem relação com *feedback*.
 - c) Encaixes irrelevantes para planejamento.
- 9. Como o professor consegue gerenciar o trabalho em sala de aula?**
 - a) Mantém disciplina, mas permite alguma liberdade aos alunos.
 - b) “Rédeas curtas”, alunos têm pouca liberdade.
 - c) Perde o controle da turma ou permissivo em excesso.

3. *O professor e as atitudes*: As categorias desta dimensão referem-se a ações do professor em interação com os alunos e suas reações habituais na dinâmica da sala de aula. Essas reações têm um visível teor afetivo e, dentro de um aspecto mais caracterizado pelo improvisado, mostram o comportamento do professor quanto às ações não planejadas. Essa dimensão também traz informações de quão *internalizada* está uma determinada teoria educacional para o professor.

- 10. Como o professor participa da construção do conhecimento durante uma atividade proposta?**
 - a) Compartilha com alunos a construção do conhecimento.
 - b) Acompanha de fora a construção do conhecimento pelo aluno.
 - c) Focaliza as atividades e o conteúdo implícito.
- 11. Qual a reação do professor a uma pergunta do aluno quando ele sabe a resposta a essa pergunta?**
 - a) Ajuda a construir a resposta.
 - b) Não dá a resposta e repete a pergunta.
 - c) Dá a resposta.
- 12. Qual a reação do professor a uma pergunta do aluno quando ele não sabe a resposta a essa pergunta?**
 - a) Estuda, junto com o aluno, para descobrir a resposta.
 - b) Estuda e leva a resposta ao aluno.
 - c) Responde com uma resposta sem significado.
- 13. Como o professor vê o aluno com relação ao conhecimento em construção?**
 - a) Como um colaborador para a construção do conhecimento.
 - b) Como um sujeito pouco capaz.
 - c) Como um crítico das atividades e do professor.

As duas dimensões seguintes procuram analisar a capacidade do professor em avaliar o seu trabalho e tomar consciência das suas ações:

4. A avaliação que o professor faz do seu trabalho
5. Meta-avaliação – tomada de consciência

4. *A avaliação que o professor faz do seu trabalho*: Traz informações sobre como o professor é capaz de refletir e analisar a sua atuação em sala de aula, esteja ela mais próxima dos comportamentos considerados construtivistas, ou mais afastada.

14. Em que o professor se baseia para avaliar seu trabalho em sala de aula?

Indícios provindos da manifestação dos alunos durante a aula

- a) Na participação dos alunos aliada aos resultados de aprendizagem.
- b) Na motivação e participação dos alunos.

Sentimentos seus e reflexão sobre o seu desempenho

- c) Em seu conforto e satisfação com seu desempenho.

15. A que o professor atribui o sucesso ou fracasso dos alunos?

- a) Ao planejamento da sequência.
- b) À interação com os alunos.
- c) A causas externas (alunos, escola, etc.)

5. *Meta-avaliação – tomada de consciência*: as últimas categorias representam uma avaliação da própria atuação num nível de consciência mais aprofundado, onde o professor, após refletir sobre o seu trabalho, procura compreendê-lo, explicá-lo.

Quando o professor tem consciência sobre as estratégias, habilidades e atitudes utilizadas e seu resultado concreto conseguido em sala de aula, em relação ao planejado *a priori*, ele se torna capaz de se apropriar daquela ferramenta para usos posteriores.

16. Quando o professor percebe que não domina o conteúdo?

- a) Durante a aula.
- b) Quando planeja / antes da aula.
- c) Não percebe ou percebe *a posteriori*.

17. O professor avalia seu desempenho a partir de que elementos?

- a) Atributos pessoais da profissão (comunicar, ensinar).
- b) Estratégias adequadas para manter o diálogo com o aluno.
- c) Foco na construção do conhecimento e na clareza dos objetivos.

4. Aplicação do instrumento e análise dos dados

1. *Como o professor estimula a motivação, na abertura de um tema?*

O trabalho construtivista prevê que a aprendizagem seja precedida por uma motivação intrínseca pelo sujeito aprendiz, de forma que torne o processo de aprendizagem significativo. Sendo assim, a estratégia mais adequada seria a que introduz um tema a partir de uma questão ou desafio que tenha sido ‘comprado’ pelo aluno.

“Primeiro eu dei os probleminhas e eles tiveram que dizer o que ia acontecer, o que eles achavam. Isso foi duas aulas. E aí na semana seguinte, aí sim eu levei o experimento. Aí eles tinham que confrontar com o que eles tinham falado.”

No item (1a) dispusemos o procedimento em que o professor procura colocar uma questão que se torne significativa para os alunos e que estimule o interesse pelo trabalho que acontecerá em seguida. A estratégia de cada professor para chegar à pergunta pode ser variada: cercar o assunto na forma de incentivos a manifestações e previsões dos alunos (como no exemplo acima), buscando que estes próprios encontrem uma questão intrigante e motivadora; aproveitar para a atividade uma questão que surgiu dos alunos na atividade anterior, ou mesmo colocar, objetivamente, uma questão que supõe cativar os alunos. Independente do grau de sucesso que cada um desses meios atinja, a iniciativa que se encaixa nesse item é de significar a atividade fornecendo ao aluno um *objetivo de aprendizado* para concretizá-la.

No item (1b) estão depoimentos em que o professor estimula a motivação através das próprias atividades-meio, que considera interessantes. Dessa forma, a atividade é orientada para *conseguir fazer*, e não para *conseguir pensar* sobre um fenômeno, *i.e.* não há questão conceitual inclusa no estágio de motivação. Por exemplo, o estímulo à motivação no relato a seguir, sobre circuitos em paralelo, foi o próprio desafio de montar um circuito:

“Eu distribuí três lâmpadas. (...) ‘Então vocês vão acender duas, será que é possível?’ ‘Ah, não, não dá.’ Falei, ‘Dá! Vamos ver se vocês conseguem?’ Aí eles acenderam duas. ‘Vamos ver se vocês conseguem acender três?’ Aí eles colocaram três...”

No item (1c) estão procedimentos que ganham a participação dos alunos através de apelo aos mecanismos do sistema escolar:

“Eu acho que foi assim, eles participaram bastante, muito mais que antes. Porque valia nota, toda participação valia nota...”

2. Como o professor opera com as concepções alternativas?

No grupo que acompanhamos, todos os participantes aprenderam a diagnosticar as pré-concepções dos alunos e a fazer atividades em que os próprios alunos também se conscientizariam de como pensavam a respeito de um fenômeno. A categoria (2) analisou como o professor agiu a partir dessa informação. A alternativa (a) evidencia a utilização dessas informações com o aluno para o desenvolvimento do conhecimento científico. Os depoimentos geralmente descrevem mudanças conceituais. Os professores relatam os obstáculos enfrentados pelos alunos e demonstram acompanhar o processo, proporcionando atividades e buscando *feedback*.

“Eles erraram porque eles pensavam que a corrente ia diminuindo, mas depois eles pensaram melhor e falaram, ‘não, é mesmo, né? Então não pode ser o que eu estou pensando’; eles mesmos, mesmo antes de fazer a experiência, eles já foram pensando...”

O item (2b) mostra essa intenção não concretizada; ou seja, quando o professor não conseguiu meios de realizar seu intento, ou porque não sabia que procedimento usar (“*Porque eu não sabia sair disso – e agora, eu conto [a resposta]?*”), ou porque se perdia no meio das atividades da classe:

“A gente falou que então iria verificar se realmente a lâmpada 1 brilha mais que a 2, que, só na prática mesmo, né. (...) Depois teve um grupo, eu me lembro de um grupo que falou que realmente a lâmpada 1 brilhava mais que a 2. Mas acontece que não ficou muito bem... na verdade eu deixei escapar isso aí, depois eu não lembro direito. No fim ficou mais o efeito de medir...”

Em (2c) estão situações em que o professor não chega a incluir essa fase diagnóstica em sua sequência pedagógica e assim provoca uma ruptura entre as atividades de manifestações livres dos alunos e as aulas posteriores, que lhes fornecerão as *verdades* da ciência:

“Eu falo primeiro pra eles pensarem. Aí eu fico esperando um pouco de resposta deles. Daí eu percebo que não tem mais como eles responderem então aí eu vou dar mais os detalhes, então aí eu vou falar a resposta.”

3. *Como o professor conduz o desenvolvimento de uma atividade?*

O item (a) traz situações em que manifestações de alunos são incluídas durante a atividade e ajudam a significá-la, ou a preparar uma atividade posterior – sempre mantendo o objetivo conceitual da sequência.

“Logo que a gente começou a mexer com os circuitinhos, eles queriam ver o que tinha dentro da pilha. (...) E aí eles queriam abrir a pilha para ver o que que tinha, se tinha alguma assombração lá dentro. Aí foi interessante, (...) eles ficaram curiosos e aí eles queriam até pesquisar para que serve cada coisa...”

No item (b), o professor induz os alunos para que sigam o caminho pré-planejado. Os depoimentos trazem perguntas dos alunos consideradas “fora de hora”, relatos de planejamentos “passo-a-passo” (dificultando manifestações que fogem à rota) e dificuldades em incluir na aula a novidade trazida pelo aluno.

“Estou fazendo as atividades, mas não aproveito o que o aluno fala. Não sei o que fazer com o que ele fala.”

O item (c) acontece quando há falta de percepção do professor sobre objetivos específicos de conteúdo com a atividade. Ele leva para a classe uma atividade ‘interessante’ e pertencente ao assunto, mas sem clareza do conteúdo específico a ser trabalhado. Nesse caso, ele pode ou não se abrir a manifestações dos alunos, mas como não há um critério pré-estabelecido, o que o aluno traz não faz sentido, pois o diálogo já está interrompido e/ou reduzido a interações descompromissadas entre os sujeitos.

Evidências aparecem quando o professor faz uma atividade que teria objetivos conceituais “repetidos” (que ele às vezes percebe quando relata a aula), ou quando planeja uma estratégia incoerente com o objetivo relatado.

4. *Como o professor faz o fechamento de um tema ou atividade?*

O primeiro item da categoria mostra um fechamento de tema que complementa e sistematiza o conhecimento construído durante a aula ou sequência de atividades. Nos relatos, aparece a ideia da conexão entre as atividades-meio e o fechamento. No item (b), não há percepção da necessidade de fechamento e o professor espera que com as atividades o aluno tenha conseguido construir e compreender a ciência toda que foi trabalhada nas aulas (relatos mostram a frustração do professor ao descobrir que os alunos *não sabiam ainda*). No terceiro item, o professor interrompe o curso das atividades para falar da ciência, ou desconecta a aula de fechamento da sequência que a precedeu. Nesses, às vezes o professor percebe que algo vai mal, como no exemplo a seguir, mas o mais frequente é que ele não relate nenhuma lucidez com respeito à ruptura causada.

“Aí eu defini a lei de Ohm. Eu não gostei. (...) Eu queria que tivesse um pouco mais de sentido e achei que aquilo não ficou com muito sentido.”

5. *Que estrutura segue a sequência aplicada pelo professor?*

Essa categoria não trata de *quais* conteúdos o professor escolhe, mas de como ele os dispõe em sequência e de que razões o orientam para a escolha. Na letra (a), o eixo está em um fenômeno a compreender ou em uma questão a resolver. No item (b), a estrutura segue uma lógica racional centrada em conteúdos.

“Eu disse a eles que a gente fez um estudo mais ou menos das causas da eletricidade. Das causas, entendeu? E que agora a gente ia estudar os efeitos. Causou isso, que efeito que vai ter agora?”

No item (c) há a sequência randômica, que é um aglomerado de atividades que não pertencem a nenhum eixo. Sequências sugeridas por um índice (o do livro didático, por exemplo), também são racionais, mas foram classificadas na letra (c) se o professor escolhe a sequência do

livro não pela lógica do conteúdo, mas por ser uma sequência já pronta e disponível. Nesse caso, se o relato é produzido por questionamento (pelo formador ou pelo grupo), o professor ensaia uma frágil explicação *a posteriori* dos motivos daquela sequência.

“Porque primeiro, era mais fácil eles ligarem em série, né, aí eles ligaram tudo em série, aí a gente mediu. (...) E depois a gente construiu em paralelo.”

6. *Como o professor dá unidade às várias atividades que pertencem a um mesmo tema ou objetivo?*

Quando o professor concebe uma unidade no seu planejamento e, conseqüentemente, uma conexão entre as diversas atividades integrantes, ele pode conseguir estabelecer essa fluência em sala de aula (6a) ou pode não alcançar essa concretização e relatar que seus alunos sentiram as atividades desconexas (6b). Dispusemos no item (a) relatos que mostram tanto a intenção do professor em dar unidade à sequência, como os indícios de que o aluno percebeu essa unidade, conectando conteúdos e atividades.

[parte da sequência sobre circuitos em série] “Ele lembrava a corrente elétrica, o que era a corrente elétrica, aí ele entendia que tinha que ser a mesma no circuito.”

No item (b), há a intenção (o planejamento do professor tem um eixo coeso que ele consegue explicitar), mas o próprio professor percebe que seus alunos não compreenderam as conexões; ou então o professor quer dar unidade e não sabe como fazer isso.

“Fragmentei o conteúdo em várias partes e achei que os alunos iam ligar as partes. Mas para eles não ficou isso. Porque *fui eu* quem sentiu a necessidade, não partiu deles.”

Nos depoimentos do item (c), o planejamento é uma justaposição de atividades e conteúdos e o professor não se sente incomodado, uma vez que vê as atividades englobadas em um mesmo tema. Dessa forma, não há necessidade de se preocupar em clarear essa unidade aos alunos ou de estabelecer pontes que conectem as atividades pontuais ao problema a ser resolvido / conteúdo a ser estudado. Alguns professores relatam que perceberam a fragmentação, mas somente *a posteriori* (ao final do tema, ao fazerem uma avaliação com os alunos).

“É, já tinha dado resistência elétrica e resistores. Já tinha falado o que é. (...) Aí quis pular pra primeira lei de Ohm.” [Em seguida relata que alunos não acompanharam.]

7. *Como o professor opera conceito vs. formalização matemática nas aulas?*

“Então veja bem, eu passei exercícios pra eles de calcular a corrente e a tensão e daí que eu fui fixando, se a corrente ia dividir igualmente. Então nos exercícios que eu fui colocando.”

A matemática sistematiza um conceito e o torna operacional, e também funciona como aprofundamento e internalização (ou ‘fixação’, como no depoimento acima) do conceito, pela prática de resolução de problemas. No entanto, na maioria dos relatos os professores se esquivam da matemática, e há duas formas pelas quais eles fazem isso: ou ensinando o conceito sem a sua formulação matemática (7b), ou provocando uma ruptura entre as aulas que ‘ensinam física’ (conceituais) e as ‘aulas de fazer cálculos’ (desvinculados do conceito físico) (7c). No item (7c), o professor por vezes relata que os alunos querem ‘aulas com cálculos’ – o que indica que o professor tinha a intenção de permanecer como (7b):

[O professor, antes dessa aula, estava apresentando experimentos de circuitos mistos, e analisando a corrente e a tensão nesses circuitos] “Os alunos não estão tendo paciência pra montar o circuito e dizem que querem contas. Daí eu concordei e fiz contas de ddp e potência. E eles gostaram, ficaram quietos, fazendo exercícios.”

Voltando ao item (7b), uma observação interessante é que alguns professores sabem que estão negligenciando a matemática e justificam dizendo que seus alunos não seriam capazes de compreender a matemática envolvida:

“Não, porque, a fórmula mesmo eu não trabalho, porque, como é 8ª série, né, a gente não trabalha, assim, essas coisas assim muito matemáticas, a gente não faz.”

Em um desses casos, tivemos acesso a avaliações preparadas pelo professor para os conteúdos de física (circuitos em paralelo) e química (reações de oxidação-redução na pilha), com o gabarito fornecido pelo professor. Percebemos que a expectativa do professor com a formalização da química era bem maior do que com a física. Esse é um indício de que o comportamento do item (b) frequentemente acontece quando há falta de domínio, pelo professor, da linguagem matemática. A falta de capacidade dos alunos para a formalização matemática dos conceitos parece ser mais uma decorrência dessa dificuldade do professor.

8. Como o professor opera o planejamento conforme a prática?

O professor prepara um plano de conteúdos e de atividades, dispostos de tal forma que as respostas dos alunos a uma atividade os preparem para a próxima. Mas a prática nem sempre ocorre conforme as previsões, e pode acontecer de o aluno não chegar às conclusões a que deveria, ou fazer observações diferentes das que o professor esperava.

Essa categoria dá conta da operacionalização do plano de ensino na prática da sala de aula, através de encaixes que o professor faz naquele plano inicial. Ele pode fazer encaixes conforme o que percebe das necessidades dos alunos em relação ao conteúdo que estão aprendendo, de modo a manter o diálogo (8a):

“Aí eu achei melhor, porque eles têm ainda uma dúvida – ‘Ah, se é mesmo circulação, por que a pilha acaba? Aí então eu resolvi fazer com eles, nessa próxima aula, a pilha; eles estão super felizes.”

Ou então ele introduz atividades pertinentes ao conteúdo, mas sem critério no *feedback* dos alunos (8b). A terceira opção é de encaixes sem fins construtivos de conhecimento, ou seja, modificações que atendem a propósitos diferentes do conteúdo em construção.

“E como eu estava atrasada com o conteúdo, eu falei, quer saber? Vou fazer também – porque vai mais rápido, né? Que em duas aulas já dei tudo e acabou.”

9. Como o professor gerencia o trabalho na sala de aula?

A habilidade de gerenciamento diz respeito à manutenção de um ambiente favorável ao aprendizado, equilibrando a disciplina e a espontaneidade dos alunos. Nossos dados variaram entre três possibilidades: a do professor que mantém sua turma absolutamente sob seu controle, permitindo ações ao seu comando (9b); a situação oposta, em que o professor sente-se sem o controle da turma (9c); e a do professor que relata se sentir confortável com uma manutenção da disciplina que permite concessões de liberdade aos alunos (9a).

Como essa característica aparece nas falas do professor? Em (9a), os relatos trazem o professor planejando estratégias que evitem dispersão ou indisciplina, mas que ao mesmo tempo proporcionem, dentro de limites, liberdade de ação para os alunos. Os depoimentos de (9a) mostram também boa previsibilidade quanto ao comportamento dos alunos:

“Eu acho que se eu só desse o material pra eles sem ter feito isso antes, eles iam ficar em dúvida e ia ser um tumulto todo e eles não iam aproveitar tanto.”

Nos relatos (9b), o professor prepara cada passo da aula, de modo que cada ação dos alunos esteja de acordo com um roteiro. Quando a atividade é em grupos, geralmente os grupos realizam cada etapa em uníssono.

Em (9c) os professores contam o que para eles foi uma perda total de controle da disciplina, e que inviabilizou o trabalho pedagógico. Uma variante é o professor que se incomoda porque os alunos estão fora da organização usual da classe ou porque fazem muitas perguntas. Nesse caso, o que incomoda o professor não é indisciplina em si, mas a falta de habilidade *dele* em gerenciar a liberdade instalada – como nesse depoimento sobre uma aula de demonstração:

“[Não foi bom] porque eu tive que fazer tudo e era um monte de alunos assim, eles chegaram até, assim, saíram das fileiras, fizeram uma roda grande, e perguntando, e querendo saber isso e aquilo.”

10. *Como o professor participa da construção do conhecimento durante uma atividade proposta?*

Essa categoria descreve o quanto o professor se envolve na construção do conhecimento científico durante as aulas. Os relatos incluídos no item (10a) denotam um interesse legítimo do professor, que foi, ou fruto de sua curiosidade para também aprender (aconteceu em casos em que o professor também estava construindo seu conhecimento sobre aquele conteúdo específico), ou entusiasmo com a atitude investigativa dos alunos.

Os relatos incluídos no item (10b) por vezes ocorreram com justificativa de incentivar a autonomia dos alunos. Existe uma diferença, de sutil detecção a partir dos dados, entre o professor que não se envolve porque quer dar aos alunos um momento de autonomia, e aquele que sistematicamente se protege de um envolvimento nas atividades porque precisa preservar a confiança que os alunos depositam nele, como detentor do conhecimento (afinal, se o professor se envolve diretamente, ele estará testemunhando e corroborando anomalias que aparecem, as quais ele vai ter que dar conta de explicar).

Outro tipo de ocorrência do item (b) (e isso está intimamente relacionado a outras questões do instrumento de análise), é a que mostra a condução de uma atividade na direção exclusiva da *ciência que está na cabeça do professor* – são aulas que não saem do *script* – então ele não encontrará nenhuma novidade no percurso, pois o fim já está dado (só falta que os alunos cheguem lá). O envolvimento do professor, por conseguinte, não faz sentido.

Uma terceira qualidade de relatos que se encaixam no item b trazem o professor que já tem demasiada experiência com determinada atividade – ou já realizou a atividade por muitos anos, ou em muitas classes de alunos. Isso leva a uma certa automatização dos procedimentos, fazendo o envolvimento direto do professor inevitavelmente decair.

No item (10c), o professor se prende à atividade e à informação que a atividade vai dar e não enxerga o processo pelo qual o aluno está passando – não acompanha, nem ‘de fora’, a construção do conhecimento pelo aluno. O professor não enxerga a construção, ou porque pressupõe um caminho determinado a seguir, ou porque se prende em demasiado ao seu planejamento, ou ainda porque a atividade relatada apenas “cumpre protocolo” no currículo:

“Na hora de montar o circuito, ah, acende, não acende, na hora que tira uma apaga, olha que legal, então foi interessante, quer dizer, eles se interessaram. Mas na hora de medir, não sei se para mim já é chato, eu acho chato.”

Nesse relato, como o conteúdo já fora discutido com os alunos em atividade anterior, a seguinte (de “medir”) está reduzida a uma aplicação ou verificação sem nenhuma contribuição a mais para o aprendizado.

11. *Qual a reação do professor a uma pergunta do aluno quando ele sabe a resposta a essa pergunta?*

Os relatos do item (11a) mostram a disponibilidade do professor em trabalhar com a pergunta do aluno de modo que a resposta faça sentido e se conecte à teoria em construção. O professor *conduz o aluno à resposta*.

No item (10b), o professor espera que o aluno construa o conceito sozinho. Essa atitude é um tanto comum nas tentativas de utilização do construtivismo na sala de aula: o professor sabe que não deve dar a resposta, então rebate a pergunta ou faz outras, mas que não ajudam o aluno a encontrar a solução.

“Achei que não devia dar todas as respostas. Então eu disse para eles pensarem.”

Alguns professores têm reações imediatas e quase automáticas a perguntas feitas pelos alunos – respondê-las. O item (c), em nosso grupo de professores, dá conta da impaciência com o tempo gasto *pelo aluno* para a construção do conceito, ou do próprio hábito do professor em dar respostas. O professor geralmente não percebe que aquela resposta não tem significado nenhum ao aluno:

“Eles chegaram a perguntar ‘professora, o que acontece dentro da pilha para que forneça essa energia, para que aconteça isso, para que acenda isso?’ Eles perguntaram, mas eles, er... eu expliquei assim, que existia uma reação química dentro da pilha.”

12. *Qual a reação do professor a uma pergunta dos alunos quando ele não sabe a resposta?*

Os dados dos itens a (pesquisa junto) e b (pesquisa e leva a resposta) dessa questão apareceram com incidência grande no grupo, porque os professores queriam, com seus relatos ao formador, pedir ajuda ou confirmação sobre o conteúdo. Já para o item (c), os dados raramente aparecem nos relatos. Há várias formas de deixar uma pergunta com resposta sem significado – por exemplo, quando o professor simplesmente silencia e ignora a pergunta, ou quando ele muda de assunto. Algumas vezes a informação nos veio através de um interesse repentino de um professor por um conteúdo sendo discutido – mas aí ele nem sempre explicita diretamente o motivo de seu interesse. A seguir está uma exceção:

“Não, eu até falei a resposta, mas agora também não sei se o que eu falei para eles estava bem certo.”

A citação a seguir, também incluída no item (c), mostra a “definição” dada pelo professor *protegendo-o* de entrar em uma discussão da qual não saberia sair:

“Um menino falou assim, ‘ah, mas senão a pilha não vai acabar, né’ (...). Daí que depois eu fui definir, falei pra eles, (...) Porque na verdade, essas cargas estão circulando, o que não significa que a pilha não vai acabar”.

13. *Como o professor vê o aluno com relação ao conhecimento em construção?*

Essa categoria dá uma medida indireta do quanto o professor se disponibiliza previamente a considerar o pensamento do aluno, a ouvir suas sugestões e a acreditar em sua capacidade, protagonismo e autonomia. O professor que vê o aluno como colaborador para a construção do conhecimento já tem uma predisposição para ouvi-lo, pois o que o aluno diz fará diferença, enriquecerá o trabalho da classe. O aluno, enquanto colaborador, participa inclusive da condução das aulas:

“Eu simplesmente queria ver o trabalho de cada um. Mas só que eles foram lá e eles apresentaram, eles queriam falar como é que eles fizeram o circuito, (...) Então foi uma aula que me surpreendeu...”

No item (13b) o que o aluno fala é, muito provavelmente, preconcebido um erro a ser corrigido. Quando a fala do aluno vem depois de uma explicação do professor, essa fala pode confirmar, para o professor, a pouca capacidade do aluno.

“Eu peguei esse esquema e fiz perguntas pra eles, [mas] eles ainda respondem que ‘ali vem a energia negativa e ali vem a energia positiva.’ Então, sabe, eu acho que o aluno não está acostumado com essas aulas de confronto...”

O item (c) acontece em professores inseguros. As manifestações dos alunos aparecem, nos relatos, como críticas e a tomada de atitude do professor em resposta a essa *arbitragem* é a de dar satisfações e de provar sua competência e conhecimento.

14. *Em que o professor se baseia para avaliar seu trabalho na sala de aula?*

“A aula foi boa?” O professor pode avaliar seu trabalho a partir de indícios dos alunos, provindos da participação e da motivação deles durante a atividade, ou dessa participação aliada a resultados de aprendizagem. Ou então o professor pode se basear em si próprio para inferir sobre os resultados, em seu conforto durante a aula e em reflexões sobre o seu desempenho. (Lembramos que dessa categoria em diante os itens não são classificados de mais a menos construtivistas.)

No item (14a), o professor procura no envolvimento dos alunos indícios de aprendizagem. Mesmo quando o relato é um amplo “*eles gostaram*”, o “gostar” aparece conectado a algum esforço na esfera cognitiva:

“É, por isso que eu achei que eles gostaram. É, porque, eu acho que se eles não tivessem gostado, eles não iriam ficar [terminando o exercício depois da aula] – porque, sexta-feira, seis e vinte...”

Já no item (14b), ou o *aprender* não basta, ou então o relato não faz referência a uma aprendizagem que poderia ocorrer. O envolvimento é o essencial:

[Não deu certo porque eles não aprenderam?] “Não, nem foi isso, porque aí eles fizeram exercícios, e eu peguei exercícios do livro, então eles aprenderam; mas eu queria mais a *participação* deles.”

Nos relatos (14c), o professor considera o seu próprio conforto e desempenho para avaliar a aula, embora ele às vezes se perceba confundindo os seus sentimentos como se fossem os dos alunos.

“Aí eu falei que eu não tinha gostado. (...) Achei que foi muito trabalhoso e não sei se rendeu alguma coisa. (...) Quando eu fiz a avaliação, que eu fiz a avaliação que a profª pediu, a aula estava lá. (Riso) As aulas que eles mais gostaram foram [estas]!”

15. *A que o professor atribui o sucesso ou fracasso dos alunos?*

Esses dados foram em sua maioria coletados a partir de comentários dos professores em seguida a alguma avaliação que fizeram dos alunos. Os resultados a que o professor em geral se refere tratam de uma sequência completa, ao fim da qual ele elaborou uma prova ou outra atividade avaliativa e observou os resultados em termos da aprendizagem. Em algumas situações, o professor usou esses resultados para fazer uma autoavaliação do seu planejamento e/ou de sua interação com os alunos (as categorias aqui não são excludentes, embora o professor geralmente tenha escolhido um fator como primordial). Os exemplos a seguir se referem, o primeiro ao item (a), e o segundo ao item (b).

“Eu fiz a avaliação e a única coisa que ficou mesmo foi que eles aprenderam a montar o circuito. Vou ter que retomar, porque eu achei que a explicação (...) deixou a desejar. Eu precisava planejar as coisas de forma diferente.”

“Então isso é um caminho que a gente tem que tentar construir com o aluno. Eu consegui esse ano fazer essa construção, que foi no 1º semestre.”

Todos os professores pesquisados mencionaram causas externas – e em todos os nossos dados essas causas apareceram como *empecilho* para um bom trabalho pedagógico. Uma vez que essa categoria pode indicar como serão feitas mudanças posteriores no plano de ensino, escolhemos

para o item (c) os dados em que essas causas apareceram como fator primordial para o fracasso, na avaliação do professor.

“Fiquei pensando em fazer um planejamento menos profundo, porque a gente demora muito para aprender e essa sociedade de hoje não quer saber como funcionam as coisas.”

16. *Quando o professor percebe que não domina o conteúdo / não sabe?*

Quando o professor percebe sua falta de domínio sobre uma atividade na etapa do planejamento, ele tem a opção de desistir ou de estudar para depois aplicá-la (16b). O professor também pode se dar conta da falha ao relatar a atividade realizada no programa de formação, e só então perceber as causas das dificuldades que teve com os alunos (interrompendo o diálogo) ou do fracasso da atividade (16c). Outras vezes, o relato do professor demonstra ao formador sua falta de conhecimento, mas ele mesmo não a percebe (ainda 16c). No relato a seguir, o “dar certo” da atividade está assumindo, para o professor, um significado diferente daquele que “produz conhecimento físico”.

“Eu acho que eu falhei nessas horas, agora analisando melhor, eu acho que mesmo quando uma coisa não dá certo... porque a pilha não deu certo, mas depois na outra aula eu levei sulfato de zinco e sulfato de cobre daqui e deu certo, a lâmpada acendeu. Ficou mais assim no fenômeno do que na explicação, eu acho que poderia ter feito isso, né, por que é que não deu certo antes e por que deu certo agora?”

A percepção de falta de domínio de um conteúdo durante a aula (16a) está conectada ao envolvimento do professor na atividade e, como corolário, à sua capacidade de improvisar diante das novidades.

“Então aí um aluno perguntou, ‘mas como será que a lâmpada é por dentro?’ e eu achei tão engraçada essa pergunta, porque eu também pensei, ‘nossa, é mesmo!’”

Se o professor acompanha o que o aluno está fazendo, ele corre o risco de ter que lidar com fenômenos que surgem de maneira inesperada e perguntas que fogem ao conteúdo pré-preparado e estudado. Conduzir essas situações requer ‘jogo de cintura’ e preparo conceitual, tanto quanto afetivo, do professor.

17. *O professor avalia seu desempenho a partir de que elementos?*

A autoavaliação a partir de atributos pessoais (17a) aparece conjunta a uma preocupação com a intervenção. No exemplo a seguir, o professor analisa uma estratégia que deu certo não pela estratégia *em si*, mas pela sua forma de condução das aulas que desembocou na atividade que foi significativa (em seguida, declara procurar qual foi essa forma para poder repeti-la).

“Quando preparei a aula expositiva, (...) o aluno já pensou (...), então a aula foi significativa pra ele. Só que ainda não sei fazer isso com todas as aulas.”

No item (17b) estão as ponderações quanto às estratégias usadas: colocar desafios, trabalhar com pré-concepções, fazer experimentos e conectar as atividades. A escolha das estratégias, nas falas deste item, conecta-se mais intimamente com a manutenção do diálogo com o aluno do que com características do conteúdo a ensinar.

“Então eu achei assim, quando a gente coloca um desafio, fica mais interessante, porque quando chegam ali, eles querem ver como vai ficar.”

As falas do item (17c) levam em conta o processo de construção e os objetivos a serem alcançados. O professor menciona, por exemplo, a unidade entre as atividades do planejamento ou os objetivos de uma atividade, mas conectados à construção de significados ou à manutenção do diálogo.

“Só que tem também o conteúdo dos circuitos em série e paralelo! Então, a questão é que eu não sei escolher porque eu não sei exatamente onde quero chegar.”

5. Algumas considerações adicionais sobre o instrumento

Na dimensão **Estratégias**, o instrumento procurou caracterizar, de maneira geral, o começo-meio-fim planejado pelo professor para suas aulas, no ensino de determinado conteúdo. Com as cinco categorias construídas, foi possível acompanhar, ao longo do relato do professor, suas intenções e concepções subjacentes na elaboração e concretização do plano de ensino. Escolhemos não tratar as estratégias de aula específicas utilizadas pelos professores – como a aula de demonstração, as resoluções de exercícios ou a aula experimental³ – procurando dar um nível mais amplo de análise. Assim, independente de qual estratégia pontual o professor escolha, interessa-nos identificar que necessidade ele percebe de abrir espaços para a interação com o aluno e a inclusão deste no pensar sobre o conteúdo, e que tipo de *feedback* ele busca para acompanhar o aprendizado, sempre com a intenção de manter o diálogo significativo.

A dimensão **Habilidades** traz quatro categorias, que são ao mesmo tempo sugeridas pelos relatos do professor e que traçam íntimas conexões com o referencial adotado. Podemos também pensar que essas questões são bastante pertinentes especialmente aos professores de física, como por exemplo, a questão 7 (conexão entre o conceito físico e sua formalização matemática), mas, por outro lado, podem concernir aos professores de ciências em geral, se ampliarmos a questão para a necessidade em se conectar um trabalho analítico e situado com um tratamento mais abstrato dos conceitos.

Em uma aula de física, são planejadas várias atividades que, em conjunto, devem alcançar um determinado objetivo (nosso referencial nos diz sobre várias etapas na construção de um conceito). Na questão 6, o professor avalia se os alunos compreenderam, no decorrer das atividades, que todas se relacionavam àquele mesmo modelo físico em construção, servindo, cada uma, para um maior aprofundamento do modelo.

O atendimento à necessidade de conexão entre as várias atividades previstas é contemplado pela questão 6, bem como pela 5. Enquanto a categoria 5 trata da intenção planejada em estabelecer uma sequência estruturada de acordo com o conceito em formação, a outra trata da habilidade do professor em fazer o aluno perceber as conexões internas entre as várias atividades.

A questão 8 tratou de atividades que o professor sentiu que deveriam ser incorporadas ou modificadas na operacionalização do planejamento. Essa habilidade também é especialmente valiosa ao professor de física, pois as ideias de senso-comum que os alunos trazem podem exigir alguma nova observação empírica, discussão ou leitura. De acordo com as ideias expostas na introdução deste artigo, uma nova atividade (que trará um novo aprendizado) deve vir contextualizada e apoiada por alguma necessidade do aprendiz que tenha surgido (espontaneamente ou por incentivo do professor).

Das questões colocadas na dimensão **Atitudes**, duas se referem a reações do professor (questões 11 e 12). As reações devem ser rápidas, pois não é possível interromper uma aula, voltar ao planejamento e refletir com calma sobre a atitude a tomar. Dessa forma, o professor reage conforme um hábito de como se comportar diante daquela interação.

³ Algumas dessas estratégias específicas foram tratadas em outros trabalhos, vide Scarinci e Pacca, 2006; Pacca e Scarinci, 2006; Scarinci, 2005.

As questões 10 e 13 tratam de um comportamento do professor subjacente às suas ações e que, por vezes, se torna visível em seus relatos, conforme se consegue inferir a partir do seu relacionamento com o aluno e com o conteúdo de física e a construção dos conceitos físicos.

As quatro categorias da dimensão Atitudes, portanto, permitem inferir sobre o quanto a concepção construtivista de aprendizagem (e de ensino) já faz parte da rotina de suas aulas e está *incorporada* pelo professor, como modo de perceber a sua função como docente no aprendizado de seus alunos.

As sub-categorias do instrumento caracterizam as condutas do professor com relação a ideias de natureza construtivista sobre a relação ensino-aprendizagem na sala de aula.

É comum, em abordagens superficiais sobre a aplicação de ideias construtivistas na esfera pedagógica, a contraposição da “ação construtivista” à “ação tradicional”. No instrumento que elaboramos, procuramos sequenciar as ações com foco explícito na manutenção do diálogo significativo que tem o intuito de favorecer o aprendizado dos conteúdos de física. Dessa forma, observamos no instrumento que nem sempre a “ação tradicional” representa o pólo oposto. Por exemplo, na questão 9, a ação considerada tradicional⁴ (o gerenciamento da sala de aula com “rédeas curtas”) não é aquela em que se verificou maior empecilho para a aprendizagem significativa, pois a perda do controle significou maior rompimento do relacionamento dos alunos com o conteúdo de física.

Também observamos que um construtivismo “puro” ou “radical” não é o mais adequado para a aprendizagem em uma situação de ensino formal. A questão 4, por exemplo, pontua que a sistematização do conteúdo, pelo professor, é uma ação importante para o aprendizado e que os pressupostos construtivistas irão embasar a *forma* como esse fechamento poderá ser conduzido, para manter conexão com a construção dos conceitos pelo aluno.

Uma boa preparação no campo conceitual da física, em adição ao conhecimento do conteúdo pedagógico (Shulman, 1986), é capaz de ajudar o professor a identificar as barreiras para o conhecimento. Se olharmos para o instrumento, todas as questões se relacionam com o domínio do conteúdo de física. Por exemplo, nas questões 2, 8 e 10: se o professor conhece bem o conteúdo que está ensinando e sabe qual a epistemologia necessária para compreendê-lo, bem como os obstáculos usuais, mais provavelmente será capaz de reconhecê-los nas falas dos alunos. Além disso, o conhecimento aprofundado do conteúdo o ajuda a não perder de vista o objetivo (questões 3 e 9), quando consegue conectar uma digressão necessária com o caminho que estava percorrendo. Uma vez identificado o ponto de dificuldade dos alunos, um segundo passo é escolher que atividade incluir para trabalhá-lo e, para tal, é útil ter um repertório de atividades disponíveis que possam ser encaixadas na sequência, na medida das necessidades (questão 5).

Ainda dentro do domínio do conteúdo, percebemos que a inter-relação da formalização matemática com a descrição dos fenômenos físicos é uma barreira a ser transposta. A atitude de negligência da matemática (questão 7) pode ser tratada como uma informação de que a formalização dos conceitos físicos dentro dessa linguagem não é bem compreendida pelo professor e que, por isso, se, dentro da série de atividades significativas que ele faz com seus alunos, incluir as fórmulas e exercícios matemáticos estará provocando uma ruptura na sequência e se desviando de uma conduta construtivista.

Um dos episódios que corroboraram essa interpretação ocorreu com um professor que resolveu fazer os exercícios matemáticos de circuitos compostos em sala de aula após esse conteúdo ter sido trabalhado por algumas semanas no programa de formação. Esse professor comenta,

⁴ A rigor, se fosse nosso objetivo fazer essa comparação, deveríamos caracterizar mais objetivamente o que seriam os pressupostos e as práticas de ensino consideradas como tradicionais. Para esse aprofundamento, vide SANTOS, Maria Eduarda V.M. *Mudança conceitual na sala de aula – um desafio pedagógico*. Lisboa: Ed. Livros Horizonte, 1991.

“Antes os exercícios não tinham sentido para mim; agora eu acho bárbaro, porque eu estou entendendo, sabe? E [os alunos] também, porque nós vemos o que está acontecendo, nós entendemos, eles entendem da onde vêm as fórmulas.”

Esse depoimento mostra a tomada de consciência pelo professor a respeito do significado do formalismo dentro do conteúdo de física. Ou seja, a possibilidade de ações construtivistas pelo professor é proporcional ao seu domínio de conteúdo.

Consideramos importante uma dimensão que tratasse da avaliação que o professor faz do seu próprio trabalho na sala de aula, que pudesse dar a conhecer o peso que ele atribui aos diversos fatores presentes na complexidade desse espaço. De certa forma, estávamos interessados em conhecer quais aspectos ele é capaz de perceber e reconhecer no processo geral de ensino. As duas últimas dimensões pretenderam explorar esse terreno, além de explicitar o nível de consciência que o professor apresenta, com respeito ao mundo limitado, porém complexo, da sala de aula.

As categorias 14 a 17 não mais representam uma gradação em alternativas mais ou menos adequadas a uma concepção de ensino construtivista. Através delas buscamos perceber o grau de consciência que o professor demonstra quanto à sua atuação, e em relação ao ideal que busca e através do que está aprendendo no programa de formação.

Obviamente cada uma das nossas categorias pode ser estudada tendo em vista conhecer os caminhos particulares de cada professor, e o que fizemos aqui foi somente uma descrição de ações, estratégias e atitudes mais gerais, sem detalharmos muito os procedimentos pontuais utilizados.

6. Conclusões

A elaboração desse instrumento que caracteriza a atuação do professor em sala de aula teve por motivação analisar aspectos que compõem a prática do professor em sala de aula, especialmente como recurso de auxílio à formação do professor. Uma informação que conseguimos extrair desses dados foi, por exemplo, quanto à incoerência transitória gerada entre as estratégias e atitudes, quando o professor ensaia modificações em sua prática. Esta questão será assunto de um próximo trabalho.

É importante, contudo, enfatizar o caráter *analítico*, e não prescritivo, do instrumento. Na primeira questão, por exemplo, podemos considerar que o professor que procura despertar interesse através de uma atividade interessante, pertinente ao conteúdo estudado, pode ter em vista outra prioridade – de que seus alunos passem a gostar mais das aulas de física. Não negamos a validade dessa preocupação, pois é conhecida a reputação dessa disciplina como “chata”, difícil e incompreensível. Ainda defendendo a estratégia, poderíamos dizer que quando o professor se propõe levar atividades interessantes para os alunos, dentro do conteúdo de física em questão, elas também podem funcionar como um fator desencadeador de uma necessidade interna pelo aprendizado, na medida em que estruturas prévias de conhecimento precisam ser reorganizadas.

Naturalmente, o nosso referencial de interpretação nos indica que a diferença final entre incentivar o interesse com um desafio ou com uma atividade é que, no primeiro procedimento, o professor estará explicitamente chamando os alunos para olhar um fenômeno com intuito de buscar uma explicação. Da outra maneira, ele corre o risco de que os alunos permaneçam no estágio ‘pitoresco’ do experimento.

No terceiro item da categoria, a “motivação” para o aprendizado vem de pressões que tiram vantagem do sistema escolar – o aluno precisa participar e aprender porque precisa de notas para passar de ano. O único professor de nossa amostra que relatou sistematicamente esse tipo de estratégia, conscientemente previu-a para diminuir as numerosas ausências dos alunos nas suas aulas (que aconteciam no período noturno, às sextas-feiras) – e, segundo seus relatos, foi bem

sucedido. De fato, o professor não consegue incentivar a construção do conhecimento de um aluno *que não aparece* nas aulas.

Essa ponderação poderia ser feita para cada uma das questões do instrumento. Por isso, repetimos que a intenção para sua elaboração não foi prescritiva, mas pensando que conhecer a atuação do professor de física pode se constituir valioso subsídio para o planejamento de um programa de desenvolvimento profissional que pretende trabalhar com a prática docente.

O instrumento descreveu aspectos da prática docente em sala de aula, deixando algumas vezes implícitas as razões que os originaram. Nossos dados indicaram que muitas vezes, para o professor, essas razões – e até as próprias ações – começam a se tornar conscientes no momento em que ele as relata e procura justificá-las, para os pares e para o formador, ou quando tem a oportunidade de ouvir o relato de um colega que engendrou prática semelhante.

Então, da mesma forma que se preconiza manter um diálogo significativo com o aluno, pode ser muito produtivo se um programa de formação souber ouvir o professor – ouvir, significando aqui muito mais que manter os ouvidos abertos. O diálogo é mantido quando aquele que ouve efetivamente compreende o discurso do outro.

É para promover essa compreensão que esperamos que esse instrumento contribua.

Bibliografia

- Bachelard, G. (1996) *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bastos, F., Nardi, R., Diniz, R. E. S. & Caldeira, A. M. A. (2004) Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências. In: *Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores*. São Paulo: Escrituras.
- Bogdan, R.C; Biklen, S.K. (1994) *Investigação qualitativa em educação*. Lisboa: Porto Editora.
- Driver, R. Hilary, A. Leach, J. Mortimer, E. & Scott, P. (1994) Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Lüdke, Menga & André, Marly E. D. A. (1996) *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: E. P. U.
- Osborne, R., Wittrock, M. (1985) The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, v.12, 59-87.
- Pacca, J. L. A. & Scarinci, A. L. (2006) Concepções dos Professores e a Re-significação das Atividades na Sala de Aula. *X Encontro de Pesquisadores de Ensino de Física*, Londrina, Atas.
- Pacca, J. L. A. E Villani, A. (1990) Categorias de análise nas pesquisas sobre conceitos alternativos. *Revista de Ensino de Física*, v. 12, 123-138.
- Perosa, Graziela S. (1997) *Fracasso escolar e formação docente: um estudo sobre a oferta de cursos de capacitação (1984 – 1994)* Dissertação de mestrado. Psicologia da Educação. São Paulo: USP.
- Perrenoud, P. (1976) *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas*. Lisboa, Nova Enciclopédia, 46 temas de Educação, 3, 1993.

- Piaget, J. (1976) *A equilibração das estruturas cognitivas – problema central do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Zahar Editoras.
- Piaget, J. (1997) *Seis estudos de psicologia*. 22^a ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- Scarinci, A. L. & Pacca, J. L. A. (2006) Concepções dos professores sobre a aula de demonstração. In: *X Encontro de pesquisadores em ensino de física*, Londrina, Atas.
- Scarinci, A. L. & Pacca, J. L. A. (2005) *Construtivismo na sala de aula: concepção dos professores sobre a função da aula expositiva*. In: *V Encontro nacional de pesquisa em ensino de ciências*. Bauru, Atas.
- Scarinci, A.L. (2006) *Uma proposta para caracterizar a atuação do professor na sala de aula*. Dissertação (mestrado), São Paulo: USP.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Viennot, L. (1985) Analyzing students' reasoning: Tendencies in interpretation. *American Journal of Physics*, 53 (5), pp.432-436.
- Vigotsky, L. S. (2000) *Pensamento e Linguagem*. 2^a ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

Recebido em: 23.06.09

Aceito em 18.03.10