

DISCURSOS DO PROFESSOR NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA

TEACHER'S DISCOURSES IN PHYSICS LEARNING

Alberto Villani¹
Lizete Maria Orquiza de Carvalho²,

¹Instituto de Física - Universidade de São Paulo, avillani@if.usp.br

² Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, lizete@fqm.feis.unesp.br

Resumo

Nesse trabalho analisaremos algumas entrevistas didáticas com dois estudantes do Ensino Médio sobre colisões em Mecânica. Após apresentar as categorias da análise, mostraremos como as condições subjetivas e a relação com o conhecimento e com a entrevistadora jogaram um papel importante no desenvolvimento do processo de busca e na conseqüente produção de modelos mentais. Simultaneamente apontaremos como a própria intervenção da professora foi ressonante ou dissonante com essas condições.

Palavras-chave: Modelos mentais, Conflitos cognitivos, Psicanálise e Educação, Discurso .

Abstract

In this work we will analyze some didactical interview with two high school students about collision in Mechanics. After presenting some categories of analysis, the teacher's discourses and learning level, we will show how subjective conditions and relationship to both knowledge and interviewer played important roles in the development of a searching process and in the production of mental models. Simultaneously, we will point out how interviewer discourse was an interesting example of different positions with respect to knowledge and became one of the most meaningful influences for creating those conditions.

Keywords: Mental Models; Cognitive Conflicts, Psychoanalysis and Education; Discourse.

INTRODUÇÃO

Na década de noventa vários pesquisadores começaram a orientar suas pesquisas na tentativa de individuar, com maiores detalhes, o conjunto de esquemas utilizados pelos alunos em suas explicações referentes aos fenômenos objetos das ciências. Um dos resultados foi a diferenciação entre Concepções Estáveis, que dominariam o processo de assimilação e que poderiam ser ampliados e modificados com dificuldades, e Modelos Mentais (Greca & Moreira, 2002), objetos provisórios e facilmente modificáveis, construídos pelos alunos ao se defrontarem com situações problemáticas. Nesta perspectiva a produção de esquemas e concepções estáveis seria o resultado final de várias tentativas parciais e recursivas de dar conta de situações novas mediante instrumentos provisórios. Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos na tentativa de localizar e, possivelmente, influenciar a produção de modelos mentais de forma a facilitar a produção de concepções estáveis mais coerentes com os conceitos científicos.

Outros trabalhos recentes têm focalizado de maneira crescente a atenção nos aspectos linguísticos da interação em sala de aula adotando, como perspectiva teórica, aquela relacionada à corrente sociocultural que tem como referencia mais significativa Vigotsky. Nessa tradição, os significados negociados na sala de aula são vistos como polissêmicos e polifônicos criados na interação social e, então, internalizados pelos indivíduos. Em particular, Mortimer & Scott

(2002), na tentativa de encontrar padrões característicos da relação entre professor e alunos e caracterizar os tipos de seqüências mais favoráveis à aprendizagem das ciências, vêm trabalhando no sentido de elaborar uma estrutura analítica interessante, que permite descrever as dinâmicas discursivas das salas de aula de ciências com ênfase na linguagem verbal e na produção de significados.

Numa perspectiva semelhante, está sendo estudada a relação entre o processo de aprendizagem e as condições subjetivas do aprendiz. Para Collins & Green (1992) aprendizagem é situacionalmente definida “*nas formas em que professores e estudantes constroem os padrões da vida da sala de aula*” e esta construção realiza-se principalmente mediante os discursos na sala de aula. Especificamente, as intervenções do professor possibilitam a formação de um espaço para a aprendizagem. Outros pesquisadores consideram fundamental a relação do aprendiz com o saber e focalizam o papel essencial do desejo de saber (Charlot, 2000), ou destacam a relação entre poder e saber (Foucault, 2000) ou focalizam o papel da ideologia nas relações de linguagem (Orlandi, 2001) ou interpretam a dinâmica da sala de aula como um conflito fundamental entre professor e alunos. Um problema comum às tentativas de relacionar o processo de aprendizagem com as condições subjetivas é a dificuldade de ter acesso às intenções efetivas dos alunos e dos professores, por causa do descompasso entre as falas dos envolvidos na sala de aula e seus desejos implícitos ou até inconscientes. Esta dificuldade sugeriu o deslocamento para referenciais que pudessem de alguma forma ajudar a contorná-la, como por exemplo a psicanálise (Villani & Barolli, 2005).

Neste trabalho re-visitaremos dois exemplos de enfrentamento de conflitos por parte de alunos do Ensino Médio (Orquiza, 1994), procurando mostrar como as condições subjetivas e a relação com o conhecimento e com a entrevistadora jogaram um papel importante no desenvolvimento do processo de busca e na conseqüente produção de modelos mentais.

A PESQUISA

A análise refere-se a uma parte dos dados de uma pesquisa constituída por uma série de entrevistas com vários estudantes, sobre choques em mecânica. A interação didática que se realizava através de entrevista individual video-gravada, de duração entre 60 e 90 minutos, era estruturada de maneira a garantir a possibilidade de levantar as ideias dos estudantes e simultaneamente de favorecer sua evolução. A entrevistadora interagiu de vários modos com o estudante com a finalidade de clarear suas idéias, desenvolvê-las e, possivelmente, iniciar um confronto com a visão disciplinar: mostrava experimentos simples ou convidava o aluno a realizá-los (veja Apêndice), pedia previsões e, possivelmente, explicações sobre os resultados, discutia as respostas, dava sugestões e, às vezes, pedia ao estudante para fazer perguntas às quais respondia mais ou menos brevemente. Em síntese, de alguma maneira procurava influenciar a elaboração de modelos mentais por parte dos alunos, orientando-os com questões ou informações que os tornassem mais coerentes, mais abrangentes e, finalmente, mais próximos dos modelos conceituais da Mecânica (Villani & Orquiza, 1995). Além dos dados das gravações, constituíram material de análise também os registros da entrevistadora e uma entrevista com ela após a experiência e durante a fase de análise.

Os Alunos. PA tinha quinze anos e freqüentava o primeiro ano do Ensino Médio numa escola particular. Tinha acabado de estudar as Leis de Newton, mas não os Princípios de Conservação da Mecânica. Já havia observado na sala de aula alguns dos experimentos apresentados na entrevista. Tinha capacidade e cultura escolar suficiente – principalmente bom conhecimento em matemática – para entender com facilidade o que a professora falava: veremos que usava isso tanto para se proteger do real envolvimento nas questões, quanto para desenvolver seus próprios raciocínios com coerência e continuidade. No início PA manifestou o anseio de

"fazer um bom papel", provavelmente preocupado em não decepcionar os pais que eras colegas da entrevistadora. Entretanto seu receio em "pensar errado" diante de outra pessoa foi diminuindo ao longo das entrevistas.

NA tinha dezessete anos e freqüentava o último ano do Ensino Médio de uma escola particular; já tinha estudado o conteúdo de Mecânica, mas não tinha tido muita familiaridade com os experimentos. Seus pais tinham nível universitário. Era considerado pelos professores e colegas um aluno brilhante. Participou das entrevistas por alguma pressão familiar e isso se traduziu por certa pressa em concluir os trabalhos, que ele, ao menos em parte, manteve durante as entrevistas. Tinha simplicidade e objetividade para revelar suas resistências aos conhecimentos novos. Possuía a tendência de procurar leis gerais e testá-las, procurando dar vazão à grande objetividade que caracterizava sua personalidade.

O referencial teórico.

Adotaremos como modelo para analisar as seqüências das entrevistas com PA e NA o esquema dos **discursos do professor** no ensino de ciência (v. Barolli & Villani, 2005), elaborado a partir dos **quatro discursos** de Lacan (Fink, 1998). Neste esquema, a relação entre o professor e seus alunos pode ser estabelecida mediante quatro discursos inconscientes fundamentais, que originam um tipo de laço social entre eles. A característica deste esquema é que cada discurso focaliza um efeito principal diferente: Ilusão, insatisfação, saber e autonomia.

Em nossa análise focalizaremos o professor na posição de agente do discurso, cabendo destacar que em cada uma das situações, o tipo de laço ou de efeito que pode ser produzido, varia com a posição implícita que o professor mantém em relação ou ao conhecimento científico ou aos conhecimentos didático-pedagógicos. Por outro lado, devemos considerar que o tipo de discurso colocado em ato depende do **encontro** das atitudes implícitas do professor e dos alunos, podendo então ser bem diferente das intenções implícitas ou explícitas do professor. Um outro aspecto importante que é preciso salientar refere-se a duração de um determinado tipo de discurso. Em nossa análise, consideramos que um determinado tipo de discurso se mantém simultaneamente a seus efeitos, podendo durar o tempo breve, como no caso de uma fala que tem um efeito imediato e que é seguida de outra fala com outro efeito, ou um tempo longo no qual os efeitos são sustentados ou renovado por sucessivas intervenções. A divisão das entrevistas em fases e a identificação dos discurso será realizada a partir da localização de efeitos principais

O discurso do **Mestre** é caracterizado por uma relação de domínio do professor sobre o saber em jogo, nas vertentes científica, pedagógica e/ou disciplinar. Ele não presta conta a Outro, nem há possibilidade de contestação por parte dos alunos. Sua posição é de **autoridade**. Também há pouco espaço para escuta. O efeito é uma captura ou a manutenção do aluno para um novo tipo de atuação ou de cultura.

O discurso da **Universidade**, quando adotado pelo professor, o coloca como mediador entre o aluno e algum tipo de conhecimento produzido pelos especialistas. O professor, na perspectiva desse conhecimento, desempenha o papel de **guardião** para que a verdade do Outro (no caso a Ciência ou a Didática ou, até, a Burocracia) torne-se a lei do aluno. O efeito desse discurso é introduzir no aluno uma insatisfação ou, ao menos, um confronto com algo perfeito. Por exemplo, quando um professor avalia o trabalho de seus alunos e eles aceitam sua autoridade, o efeito implícito é o reconhecimento de suas próprias falhas e limitações.

O discurso da **Histérica** é caracterizado pela **insatisfação** do professor em relação à situação atual e por sua tendência à provocação contínua no campo científico, pedagógico ou dialógico para uma aproximação a um ideal. Podemos identificar esta posição como a de um **provocador**, cujo efeito no aluno é um avanço no saber. Por exemplo, uma estratégia que explora os

‘conflitos’ dos alunos para produzir mudanças, torna-se uma forma de *discurso da Histórica* nas situações em que atinge o aluno. O professor sinaliza para os alunos que algo está faltando para a maestria e estes se sentem desafiados.

Finalmente, o discurso do *Analista*, quando aplicado ao ensino, pode ser caracterizado pelo abandono da idéia de controle da aprendizagem pelo professor e por sua procura em favorecer a escolha de uma aprendizagem autônoma por parte do aluno. Podemos identificar sua posição como a de um **assessor** disponível para orientar e sustentar os alunos em suas iniciativas. Podemos exemplificar este tipo de laço quando o professor através de suas intervenções questiona a dependência dos alunos e produz um avanço na busca dele do saber científico.

OS EVENTOS E SUA ANÁLISE

Neste trabalho analisaremos os eventos correspondentes à primeira entrevista e ao início da segunda com cada um dos alunos. Estes eventos constituem uma história completa, pois no início da segunda entrevista é retomado o conhecimento desenvolvido na primeira com questões e observações dos alunos a respeito.

Interpretando o debate com PA

A sucessão dos eventos apresentados pode ser dividida em cinco fases diferentes, caracterizadas por diferentes relações entre os atores.

a)- A **parte inicial** da primeira entrevista com PA concluiu a fase de convite por parte da entrevistadora, iniciada de maneira informal com os pais do aluno (colegas de trabalho dela) e com ele fora do ambiente da entrevista. Com suas palavras iniciais ela apresentou suas intenções: conversar sobre os experimentos que ela iria mostrar ou realizar e assim compreender como o aluno pensa e o que aprendeu na escola ou na vida. Para tanto pediu que ele estivesse tranquilo para poder se expressar da melhor maneira possível. Nesta fase, com palavras bastante amigáveis (*procurou conversar com você de maneira que você fique bem à vontade e eu também fique bem à vontade*) a entrevistadora estabeleceu as regras das atividades futuras: ela faria perguntas, pediria previsões e explicações, mostraria experimentos ou pediria para o aluno realizá-los; no entanto, **em qualquer situação** ele deveria agir procurando mostrar seu raciocínio. Como ele mesmo revelou, estava segura ao fazer este convite, confortada pelas leituras sobre a Mudança conceitual. Parece não haver dúvida que o efeito por ela pretendido era colocar o aluno numa situação, na qual ela ajudaria o esforço dele de elaboração do conhecimento. Ou seja, a professora pretendia iniciar diretamente com o discurso do **Mestre** capaz de colocar o aluno numa posição na qual os questionamentos sucessivos (numa relação caracterizada por um discurso da **Histórica**) o levariam a uma produção imediata de conhecimentos. Entretanto, PA aderiu somente em parte a essa solicitação, pois tentou lembrar o que aprendeu e fazer um bom papel diante dela, evitando se expor demasiadamente e revelar seu pensamento original. Assim, o que de fato aconteceu foi uma mistura entre o discurso do **Mestre**, que parece ter capturado parcialmente o aluno, e um discurso da **Universidade**, que o colocava na defensiva, evitando seu julgamento. A fala amigável e o apelo à descontração parecem não ter funcionado completamente no sentido de envolver o aluno no esforço de elaborar sem restrições seus conhecimentos sobre o campo.

b)-Na fase seguinte, a entrevistadora procurou levantar as idéias de PA sobre os vários tipos de choque e questionar suas explicações, criando numerosos conflitos e dando sugestões pontuais na direção do conhecimento científico. Porém PA continuava elaborando seus modelos na defensiva: suas palavras indicavam que seu desejo era *não errar* nas previsões e explicações. Parece que ele queria mostrar conhecimentos, sem um esforço para aprender algo de novo. Sem dúvida PA era um aluno inteligente, com boa capacidade de perceber analogias e de generalizar

conclusões, como mostram suas conexões rápidas entre os resultados de diferentes experimentos. Pelo lado da entrevistadora, nessa fase, ela pareceu ter um compromisso com os conceitos da física newtoniana e a metodologia da mudança conceitual. De um lado, dava espaço para PA apresentar e discutir suas idéias e, por outro lado, dava sugestões no sentido de modificar os modelos do aluno na direção do conhecimento científico

Inicialmente PA explicou que no choque **p-1** o alvo em repouso sairia andando porque a *“ação do projétil é maior do que a reação do alvo em ficar parado”*. Disse que havia aprendido sobre isso na escola a partir das explicações do professor e da observação dos experimentos apresentados. Utilizava os termos *ação e reação*, porém sem considerar mudanças no estado de movimento da bola incidente, devido à reação do alvo. Para ele cada bola era palco de um confronto entre a ação da outra e sua própria reação (inercial). Em seguida, considerou **p-2** como soma de dois **p-1** opostos, prevendo a parada de ambas as bolas, pois como afirmou *“a ação e a reação delas são iguais”*. Quando o resultado experimental o surpreendeu, ele aproveitou de um comentário da entrevistadora para não revelar seu modelo: provavelmente esperando que algo acontecesse para obter novamente o controle da situação. A entrevistadora tinha dificuldade em entender os modelos de PA, mesmo assim tentou aproveitar do diálogo para introduzir pelo menos a idéia de que a reação do alvo parado seria sobre a incidente. PA pareceu concordar, mas com pouca convicção. No caso de **c-2**, voltou ao modelo anterior, prevendo novamente a parada das bolas pela igualdade de ação e reação; porém, diante de mais uma derrota experimental, tentou uma outra explicação: *“a reação é um efeito da ação”* (transmissão de forças). Após acertar a previsão com **r-1**, explicado novamente em termos de ação maior que a reação, ele ficou surpreso com o resultado de **c-1**, o que do seu ponto de vista contou como mais uma derrota experimental, pois entendia que o atrito da bolinha com a canaleta deveria introduzir um resultado diferente de **p-1**.

Em resumo, nesta fase, a condução da entrevista favoreceu, por parte de PA, o abandono das defesas iniciais e seu envolvimento em entender os experimentos. Até o momento, a ajuda da entrevistadora, que não estava realmente compreendendo o modelo de PA, consistiu em manter vivo o jogo de perguntas e respostas, às vezes sem um sentido claro, e esperando momentos melhores. Essa fase parece caracterizada por uma mescla entre o discurso da **Histórica** e da **Universidade**, o primeiro procurando abalar o fechamento de PA e incitando a produzir algo de novo, com suas questões contínuas, o segundo acabando com sua segurança e introduzindo a incerteza, auxiliado de maneira decisiva pelo impacto dos experimentos que não correspondiam às previsões de PA.

c)- A terceira fase pode ser caracterizada pela mudança de atitude de PA, que abandonou sua posição inicial e, frente aos insucessos, começou a se esforçar para dar conta dos experimentos. Logo percebeu uma semelhança entre **p-1** e **c-1**, mas confessou não encontrar uma razão satisfatória para a diferença entre **c-1** e **r-1**. Interrogado sobre a energia nos dois casos respondeu que havia uma diferença em sua transferência, mas não sabia a razão dela. Frente a **p-4**, novamente ficou surpreso com o resultado da volta da incidente, que ele não tinha previsto e que explicou com *“a reação do alvo maior que a ação da incidente”*. Em seguida reconheceu a semelhança entre **c-4** e **p-4**, mas ficou novamente surpreso quando em **r-4** viu a incidente parar após o choque com o alvo maior. Pôs-se, então, a rir da "rebeldia" dos experimentos em relação a suas previsões, começando a se despreocupar bastante em responder o que achava que a entrevistadora queria. Essa fase pode ser explicada, pelo lado do aluno, com seu desejo de ser reconhecido pela entrevistadora como bom aluno que conseguia **reorganizar** suas explicações e **dar conta** dos resultados experimentais. Ele não tinha compromisso com a unicidade e coerência de seu modelo, nem desejava conhecer a teoria newtoniana (da professora) sobre choque; por isso podia passar de um modelo para outro, sem se preocupar. Pelo lado da entrevistadora, parece-nos que ela não conseguia efetivamente entender os modelos de PA, que deslizavam de

um para outro, fazendo com que suas intervenções, às vezes, não entrassem em ressonância com a meta pretendida. Mais do que isso, nesta fase pouco apareceu sua preocupação de que o aluno efetivamente **se envolvesse** na aprendizagem da teoria newtoniana; suas questões e sugestões conduziam PA a mudar de modelo, mas não atingiam o desejo dele em relação ao conhecimento científico. Ela não operava como alguém que queria **convidar** PA para adotar seu próprio conhecimento, pois parecia não acreditar muito no desejo de PA e esperava **que a metodologia adotada e o próprio debate operariam a mudança das idéias do aluno**. A metodologia adotada (diálogo construtivista) representava um Outro a que ela respondia. Como revelou após o experimento, *“ainda esperava que se ele expusesse seus modelos e eu o questionasse a partir do modelo científico, haveria boa possibilidade de o encontro acontecer”*. Durante toda a discussão, PA efetivamente revelou seu pensamento, as lacunas em seu conhecimento, sua insatisfação em não poder dar conta das demandas da entrevistadora e dos eventos e seu esforço em tentar encontrar as correspondentes explicações. Já **queria saber as explicações, porém não esperava que elas viessem de um modelo único e integrado** envolvendo ação e reação e transmissão de energia, ou seja, o modelo newtoniano. Por isso a produção de modelos mentais permanecia sempre amarrada ao experimento em jogo. Esta fase parece marcada principalmente pelo discurso **da Histórica**, que mantinham o aluno num patamar de busca, uma vez superados os efeitos do discurso da Universidade, principalmente a impotência instalada pelos insucessos nas previsões.

d) A quarta fase foi caracterizada pela mudança da entrevistadora, que manifestava uma certa preocupação e ansiedade: quando percebeu que o encontro entre PA e o conhecimento científico poderia afinal não acontecer, abandonou o diálogo ‘construtivista’, pressionando o aluno para que adotasse o esquema newtoniano. Neste momento há uma inversão dos discursos: a metodologia torna-se insatisfatória e a entrevistadora começa a questionar via ensinamento oficial, a versão do aluno de ação e reação. Claramente, ao realizar sua longa explicação, até o final da entrevista, a relação entre PA e a entrevistadora foi dominada pelo discurso da **Universidade**. PA dizia acompanhar, mas não parece ter assimilado resultados apreciáveis, pois ao ser convidado a interpretar o exemplo do burro que puxa uma carroça ele voltou a utilizar a idéia da ação maior do que a reação. A entrevistadora insistiu na igualdade entre ação e reação, assim PA re-interpretou **p-1** como uma transferência de força. De um lado a entrevistadora agindo como professora e apresentando claramente o conhecimento que deveria ser aceito pelo aluno; este, por sua vez, estava bastante perdido na tentativa de aceitar *localmente* as sugestões da entrevistadora e dar conta das anomalias em suas previsões. A entrevistadora comentou, após as entrevistas, que ela possuía alguns pontos de referência: *“devia respeitar o ponto de vista do aluno, introduzir o conhecimento científico enquanto um modelo completo, e utilizar experimentos “sujos” (que incluíssem o real). Era como se estivesse jogando um jogo com várias peças que eu sabia que tinham que ser utilizadas, mas tinha que tentar buscar o momento apropriado e a dose apropriada...O que efetivamente dificultou a tarefa foi não entender os modelos de PA”*. O retrocesso sofrido pela professora, mostra que o diálogo construtivista não era um “Outro” comparável ao conhecimento científico: o diálogo construtivista parecia ser a (boa) utopia que a levava a se lançar no jogo, era uma busca que podia ser abandonada caso não desse o resultados esperados .

e) A última fase que analisaremos aconteceu no início da segunda entrevista e revelou uma outra relação entre entrevistadora e PA. Este iniciou dizendo que tinha pensado muito sobre a discussão anterior e queria entender *“por que nos choques múltiplos saem o mesmo número de bolinhas das incidentes”* e *“qual a diferença entre os choques ‘fortes’ (de tipo c) e ‘fracos’ (de tipo r)”*. A primeira questão surpreendeu a entrevistadora, que não tinha uma explicação pronta. Ela aceitou o desafio e pediu a colaboração de PA, que prontamente aderiu. O resultado foi um diálogo interessantíssimo, no qual foi encontrado um modelo de análise baseado nos choques

individuais (de tipo **c-1**) de cada bola com a sucessiva, que dava conta do movimento final de todas as bolas. Este mesmo modelo foi utilizado também para choques múltiplos com alguma bola diferente. O elemento decisivo dessa fase foi o abandono, por parte da entrevistadora de sua posição tanto de representante da comunidade que fornece o conhecimento, quanto de seguidora do modelo ortodoxo de mudança conceitual, com suas estratégias de conflitos e analogias: ela se colocou como alguém que buscava entender. Mais do que isso o pedido de colaboração para PA mudou a relação entre os dois. A entrevistadora abandonou o discurso da **Universidade** e adotou, pelo menos em parte, tanto no conteúdo conceitual, quanto na metodologia de ensino, o discurso da **Histórica** e o discurso do **Analista**, abrindo suas próprias idéias e sua condução para a busca e sustentando o esforço do aluno. Por sua vez parece-nos que PA se colocou numa posição mais ativa e original. O problema da entrevistadora não era mais fazer PA mudar de idéia, mas encontrar junto uma explicação satisfatória para os choques múltiplos; este também era o desejo de PA. Daí o encontro, a colaboração e, sobretudo, a satisfação de ambos. É importante salientar que a mudança da entrevistadora não foi no sentido de modificar o desejo de PA introduzindo nele a vontade de se apropriar do conhecimento científico com todas as suas características, mas foi no sentido de se aproximar ao desejo de PA de entender as experiências. Quando ela, no embalo da ressonância, tentou avançar no conhecimento científico, explicando a diferença entre choque com e sem rolamento e introduzindo as idéias de conservação, o clima novamente se modificou e PA não conseguiu se envolver e pensar o assunto de maneira pessoal.

Interpretando o debate com NA

Também no caso de NA podemos identificar cinco fases diferentes, nas quais ele tentou desenvolver modelos mentais para enfrentar os problemas que estavam surgindo e, sobretudo, mudou de posição várias vezes em relação ao conhecimento.

a.- As primeiras duas fases são semelhantes às de PA. Temos o convite da entrevistadora: ‘*Eu faço assim: eu pergunto, peço pra você prever o que acontece, depois a gente faz, e aí a gente discute o quanto bateu [referindo-se à possível coincidência entre previsão e observação].... Eu estou interessada em acompanhar a aprendizagem que pode ocorrer aqui, mas levando em conta a sua maneira de pensar. Então, a minha proposta, só pra você ter uma idéia do que estou pensando, é tentar deixar a conversa bem à vontade, tá? Que fique uma conversa o mais livre possível. Que você vá expondo a sua maneira de pensar. Isto aqui é só pra fins de pesquisa’.*

Novamente tratou-se de um discurso inicial do **Mestre e da Universidade** com a adesão parcial do aluno à tentativa de captura da entrevistadora: NA tentou fugir dos conflitos apelando para idéias já estudadas na escola, mas sem a preocupação de verificar se essas idéias efetivamente resolviam os problemas. Parece que ele queria se mostrar para a entrevistadora como seguro e capaz de dominar a situação. Sua produção de modelos não era regulada por uma correspondente consciência do alcance de suas respostas. Com o desenrolar da entrevista, a entrevistadora parece ter percebido a atitude de NA, além de entender as suas respostas, diferentemente do caso anterior. Sua preocupação era levá-lo a explicitar suas idéias, de maneira que os conflitos se tornassem explícitos. A dinâmica entre o discurso da **Histórica** e da **Universidade**, colaborando para derrubar NA de sua posição inicial de auto-suficiência, aparece de maneira mais evidente na segunda fase, pela sua habilidade em perceber as analogias entre as situações apresentadas e em reconhecer suas falhas.

b. - A partir da terceira fase o desenvolvimento de NA apresentou diferenças significativas em relação ao de PA. A entrevistadora propôs que tratassem de **p-4**. Diante deste experimento, que lhe pareceu "novo", pensou na igualdade da ação e reação, mas esqueceu-se de levar em conta a diferença entre as massas: o alvo iria sair com a mesma velocidade da incidente. Desencorajado, corrigiu sua previsão, dizendo que a menor iria a uma altura maior. O

experimento foi realizado, e NA, para manter sua postura e fugir do conflito, deformou inicialmente o resultado experimental. Em seguida aceitou que o conhecimento da experiência devia ser considerado como um ponto de partida inquestionável, assim ele colocou em dúvida o conhecimento teórico adquirido na escola. Tentou salvá-lo apelando para a presença de forças externas, mas com pouca convicção. Apesar de frustrada, essa tentativa mostrou que NA começava a tomar a sério o conhecimento, pois aceitou que este exigia coerência o que fez que reconhecesse que não estava sendo possível explicá-lo.

Sentindo que o estudante encontrava-se em um "beco sem saída", a entrevistadora resolveu mudar o estilo do jogo e informou-o que podia fazer perguntas. Imediatamente ele fez duas: "*ação é igual à reação?*" e "*por que a velocidade da maior é maior?*" Do ponto de vista objetivo, NA não tinha a resposta à pergunta, porém, do ponto de vista subjetivo neste momento ele estava tentando articular conhecimentos experimentais e teóricos por ele dominados, ou seja, estava construindo um conhecimento pessoal no qual ele tinha investido efetivamente seu esforço. A conquista subjetiva mais importante para NA foi aceitar que a apropriação do novo conhecimento se daria com um esforço pessoal para atingir a coerência entre as sugestões da entrevistadora, os conhecimentos experimentais e os conhecimentos teóricos adquiridos anteriormente, bem diferentemente de PA

Parece-nos que a condução da entrevistadora foi interessante, pois ela se colocou sistematicamente na posição de ajudar NA a elaborar seu conhecimento. Do ponto de vista metodológico também neste caso ela utilizou a estratégia pessoal baseada num saber pessoal, no qual acoplava conhecimento científico, experimentos 'sujos' e atenção às idéias dos alunos. Conseguiu manter com segurança essa estratégia ao longo da entrevista, colocando-se na posição de **Mestre**. O conhecimento estratégico pessoal a deixou livre para articular suas intervenções, oscilando entre os discurso da **Universidade**, que a obrigava a prestar conta à teoria newtoniana, e o discurso da **Histórica**, que a estimulava a provocar NA para entender seus modelos e suas modificações. Em nossa opinião a estratégia teve maior sucesso do que na entrevista com PA, por duas razões: de um lado a entrevistadora tinha maior controle da situação, pois entendia os modelos utilizados por NA e podia então dar suas sugestões para atingir sua posição; por outro lado, as idéias de NA estavam mais próximas do conhecimento científico pretendido pela entrevistadora e um avanço implicava mais facilmente uma aproximação na direção dos modelos conceituais da entrevistadora. Talvez uma outra razão tenha favorecido o estabelecimento de uma ressonância entre os dois: a entrevistadora '*admirava a capacidade de NA em elaborar suas idéias rapidamente*'. Uma vez deslocado da posição ambígua de não querer se envolver com a situação, NA queria efetivamente aprender o conhecimento científico, saber se de fato '*ação e reação eram iguais*'.

c)- As fases sucessivas da entrevista também apresentaram características diferentes das correspondentes no caso de PA. Apesar da entrevistadora ter escolhido novamente abandonar o estilo dialógico até então adotado e proporcionar uma explicação sobre a teoria newtoniana completa referente a aplicação do princípio de ação e reação, os efeitos foram bastante diferentes. A entrevistadora, após tornar explícita a premissa oculta de NA sobre a igualdade entre *aceleração e velocidade* das bolas, formalizou a lei da conservação do momento linear e acabou monopolizando o discurso e deixando pouco espaço para a participação de NA, mesmo ao pedir que aplicasse a lei para **c-1** e **c-4**. O efeito diferente em NA pode ser explicado pelo fato de ele já estar disponível para o conhecimento e, assim, poder aproveitar, pelo menos em parte, da contribuição da entrevistadora. Como ela mesmo admitiu na entrevista, em parte tinha tido medo que NA tivesse dificuldade em perceber e identificar suas idéias implícitas que estavam sustentando seu raciocínio: sem dúvida, o medo perturbou a estratégia, até então vencedora, da entrevistadora, com efeitos imprevisíveis. O que ela esperava naquele momento, a aprendizagem do princípio de conservação, aconteceu de maneira pontual, porém parece ter conseguido

amarrar o raciocínio às exigências das teorias científicas. Podemos supor que o tipo de atuação por ela adotado tenha funcionado para NA simultaneamente como discurso do **Mestre e da Universidade**, capturando-o definitivamente para o mundo newtoniano e seus princípios, implicitamente realizando a expectativa inicial dela. No início da entrevista sucessiva, de fato, NA esqueceu o resultado alcançado na conversa anterior, porém a atuação da entrevistadora com suas questões (discurso **da Histórica**) conseguiu ajudá-lo a recuperar rapidamente tanto as conclusões anteriores, quanto o próprio raciocínio utilizado para alcançá-las.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

1)- Neste trabalho analisamos duas tentativas de ensino personalizado, realizadas mediante entrevistas didáticas que exploravam o conflito cognitivo para favorecer a mudança nos conhecimentos dos alunos entrevistados. Aparentemente, a estratégia utilizada pela entrevistadora nos dois casos foi bastante semelhante; além disso, ambos os estudantes eram intelectualmente competentes e bastante habilidosos na exploração das sugestões da entrevistadora e na percepção dos conflitos. Então temos duas questões: *Por que o convite inicial não funcionou completamente para os dois alunos? Por que a partir da terceira fase os efeitos foram bem diferentes?*

Sem dúvida a resposta ao convite inicial foi uma escolha dos alunos, em parte condicionado pela história escolar contrária ao livre esforço de pensar, porém nos parece que a própria entrevistadora tenha contribuído. Talvez, sua fala mansa e descontraída carregava também uma implícita dependência da literatura referente à Mudança Conceitual e, conseqüentemente, algo que colocava os alunos em confronto com um padrão que eles deveriam incorporar. Não basta uma fala segura para estabelecer um determinado discurso, pois o implícito tem um papel importante.

Analisando as entrevistas, facilmente podemos perceber que as idéias iniciais dos alunos sobre o tema em jogo, as colisões, eram diferentes. Apesar de nenhum dos dois ter um domínio efetivo do modelo newtoniano, NA estava muito mais próximo de seus princípios do que PA, inclusive por ter estudado por mais tempo a Mecânica e por ter uma vivência na área bastante maior: PA estava iniciando a aprendizagem da Física, ao passo que NA já estava no seu terceiro ano. Talvez a localização dessa diferença possa parecer a chave para a explicação dos diferentes efeitos das entrevistas. Porém, nos parece que uma explicação satisfatória deva complementar essa observação com outras igualmente significativas. Uma evidência importante que emergiu da análise das entrevistas foi a diferente relação entre a entrevistadora e os modelos mentais dos alunos. Ela conseguiu rapidamente entender as idéias de NA sobre choques, mas ficou por muito tempo intrigada com as de PA, não conseguindo perceber sua articulação. O modelo no qual cada bola era *palco de confronto entre ação e reação* somente foi por ela descoberto *a-posteriori*, durante a análise das entrevistas. Sem esse conhecimento foi muito difícil, para ela, orientar as estratégias de ensino para atingir os elementos-chaves que sustentavam tanto as concepções, quanto a produção de modelos. Ao conversar com NA, a entrevistadora sabia qual era seu conflito básico, apesar de ser bastante implícito; pelo contrário, ao lidar com PA ela era facilmente surpreendida por suas respostas, pois não conseguia focalizar sua origem.

Seriam então as diferentes concepções dos alunos e o diferente reconhecimento das mesmas por parte da entrevistadora a explicação da diferente evolução das entrevistas? Essas diferenças tiveram pouca importância na primeira fase das entrevistas, na qual a dificuldade maior para a aprendizagem foi a relação de NA e PA com suas próprias concepções e modelos, no sentido que ambos não estavam muito interessados em aprimorá-los: digamos que ambos não queriam fazer grandes esforços mentais, preferindo mostrar seus conhecimentos do que apreender novidades. A estratégia construtivista da entrevistadora, mesmo com o diferente conhecimento acerca dos modelos dos alunos, conseguiu dar conta desse desafio, pois o confronto com os conflitos

iniciais atingiu ambos os alunos, que modificaram sua posição. Frente à repetida inconsistência de suas previsões e explicações, ambos resolveram investir na busca do conhecimento. Parece que avanços parciais são conseguidos, mesmo quando o professor está, de certo modo, ausente da relação, como era o caso da entrevista com PA.

Porém após essa mudança os alunos assumiram perspectivas diferentes: NA queria encontrar um acordo entre o que ele tinha aprendido na Escola e o que os experimentos mostravam, ou seja, o conhecimento científico era uma **referência** para ele. Pelo contrário, PA estava interessado simplesmente em encontrar formas de explicar as surpresas experimentais: o modelo newtoniano não era uma referência para ele. Em geral, não era sua meta encontrar um modelo único e articulado que explicasse todos os resultados experimentais.

A entrevistadora conseguiu acompanhar a evolução de NA, e perceber em que medida suas intervenções aproximavam o aluno do conhecimento científico; pelo contrário, não somente teve dificuldade em perceber quanto os modelos mentais de PA se aproximavam da teoria de Newton, mas, sobretudo, não entendeu que o problema de PA era iniciar uma mudança epistemológica e que sua estratégia construtivista não poderia, sozinha, provocar este tipo de mudança. No início da segunda entrevista a ressonância entre suas sugestões e as contribuições de PA ofereceu uma dúplici revelação: a superação de um desencontro graças à mudança da entrevistadora e a eficiência de um convite que atingiu o desejo de PA, seu querer aprender e explicar. Esta, porém, foi uma conquista de breve duração, logo abandonada, ao retomarem, entrevistadora e PA, a posição tradicional de docente e aluno.

O confronto entre as duas situações nos permite algumas considerações que acreditamos importantes para o ensino e para a formação de professores. Parece-nos que, em geral, para dar início a mudanças *epistemológica*, seria necessária uma *posição de autoridade* do docente vinculada ao reconhecimento, por parte do aprendiz, da presença de um saber especial no docente e do desejo de compartilhar esse saber. A pergunta angustiante de NA: “*ação e reação são iguais?*” estava expressando esse desejo de compartilhar o saber da entrevistadora; ao contrário, para PA o conflito entre suas explicações e a insistência da entrevistadora em sustentar que em Física *ação e reação são iguais* não provocou nenhuma preocupação, pois ele **não** desejava compartilhar o saber da entrevistadora. **Isso condicionava toda sua produção de modelos mentais.** É verdade que NA já veio para as entrevistas com o conhecimento científico valorizado: no caso dele, já havia o “encaixe” entre sua visão de mundo e da entrevistadora, porém isso não é suficiente para explicar por que no caso dele ocorreu uma transferência pedagógica operante e no caso de PA, isso ocorreu de forma muito menos intensa. A posição de autoridade do professor envolve sua competência quanto ao conhecimento em jogo, mas também o reconhecimento implícito, por parte do aluno, de que o professor tem a ver com seu desejo. Posição favorecida quando de fato o docente confia que o aluno poderá se deslocar em sua relação com o saber. A entrevistadora confiava muito mais em NA do que em PA: provavelmente isso também influenciou os tipos de modelos produzidos pelos alunos.

2) Uma segunda consideração refere-se à condução das entrevistas por parte da entrevistadora: ela constitui um exemplo interessante de mistura de diferentes posições em relação ao conhecimento. Do ponto de vista do conteúdo (a teoria das colisões) ela sem dúvida manteve-se fiel ao discurso **da Universidade**, ou seja, queria ensinar a teoria newtoniana inteira, com todos seus princípios fundamentais. Enquanto professora de Física, ela não tinha a liberdade para dispensar ou modificar parte deste conhecimento em favor de outro mais simples. Entretanto, do ponto de vista estratégico, ela havia elaborado seu próprio método, baseado na articulação entre papel dos experimentos, exploração das idéias dos alunos e inserção sugestiva do conhecimento científico. Nesse ponto, era dona dessa estratégia, no sentido de poder utilizá-la à vontade, *quase* sem prestar conta a ninguém: de um lado, sua experiência de aula e seus estudos a autorizavam para essa síntese, na qual ela podia assumir a posição de **Mestre**, mesmo

com os alunos aderindo inicialmente de maneira parcial a seu convite; por outro lado a própria estratégia de ensino era um objeto de conhecimento inacabado para ela: algo que ela queria compreender mais e que a levava se lançar naquela relação com o aluno. A própria estratégia a obrigava a buscar continuamente o entendimento das idéias do aluno, colocando-se na posição **de insatisfeita**, inclusive por não compreender totalmente aquela estratégia. Na entrevista com NA a articulação entre essas três posições funcionou bem: não somente deslocou o aluno de seu patamar de envolvimento limitado, mas também o conduziu até o reconhecimento de que algo definitivamente estava errado em seu raciocínio. No final da entrevista a entrevistadora revelou sua insegurança e tentou forçar a aprendizagem de NA, com sucesso limitado. De qualquer forma podemos dizer que, em geral, a condução da entrevistadora foi bastante adequada ao aluno, porque regulada pelo manejo da transferência pedagógica na perspectiva de criar condições para a aprendizagem.

No caso de PA a situação foi bem mais complexa e difícil. Inicialmente a entrevistadora adotou as mesmas posições que no caso anterior, porém com uma complicação: era difícil para ela entender os modelos de PA, inclusive porque pareciam mudar de um caso para outro. Mesmo assim, conseguiu deslocar o aluno de seu patamar de *medo de errar*, sobretudo graças ao papel dos experimentos que continuamente surpreendiam suas previsões. Porém, apesar do envolvimento, ele não dava sinais de se apropriar do conhecimento visado. Assim, a resistência de PA e a incapacidade de entender seus modelos, conseguiram abalar o acoplamento entre a posição de **Histórica** e da **Universidade** da entrevistadora, no que diz respeito à estratégia de condução, obrigando-a a recuar para uma posição **Universitária**, caracterizada por um ensino tradicional com longas explicações por parte do docente, e a abandonar a posição de busca sobre os conhecimentos do aluno. A mudança não produziu os efeitos esperados, inclusive porque correspondeu mais a um recuo ditado pelo medo de abandonar o conhecimento científico do que a uma escolha ditada pelo entendimento da posição do aluno. Digamos que perdeu o controle da (fraca) transferência pedagógica estabelecida até então.

Essas considerações parecem-nos complementar os esforços dos pesquisadores que tentam levantar, analisar e articular os modelos mentais dos aprendizes para facilitar sua aprendizagem das ciências. Mais especificamente introduzem alguns esclarecimentos.

Em primeiro lugar, em nosso caso, a entrevistadora tinha pouca consciência de suas diferentes posições em relação aos vários aspectos de seu ensino, pois tais posições eram em boa parte implícitas e inconscientes; tais posições foram levantadas a-posteriori, graças, sobretudo a colaboração da própria entrevistadora que se prontificou a repensar, numa situação de quase livre associação, os eventos e as atitudes por ela tomadas. Assim o acoplamento da análise das gravações e da fala da entrevistadora posterior ao experimento permitiu reconstruí-las, com certa segurança. Isso não representa um caso isolado: em geral, a disposição do professor em relação ao conhecimento e aos alunos é implícita e inconsciente e somente pode ser descortinada a-posteriori, com a colaboração do próprio docente.

Em segundo lugar, tais posições não constituem um padrão fixo: em nosso caso, uma perturbação na condução planejada pela entrevistadora conseguiu desmontar seu saber pessoal conduzindo-a a uma outra articulação de posições. Ou seja, não é somente o controle da posição e da produção dos alunos que é muito difícil de alcançar, mas também o próprio controle de sua posição por parte do professor é sujeito a deslizamentos imprevisíveis

REFERÊNCIAS

- CHARLOT, B. -2000- **Da Relação com o Saber: elementos para uma teoria**. Porto Alegre. Artes Médicas
- COLLINS, E. & GREEN, J.L.-1992- Learning in classroom setting: making or breaking a culture, In MARSHALL, E.(ed.) **Redefining students learning**, Ablex, New Jersey

- FINK, B. 1998. **O sujeito lacaniano- entre a linguagem e o gozo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- FOUCAULT, M -.2000- **A Ordem do Discurso**, São Paulo Ed. Loyola
- MORTIMER, E.F. & SCOTT, P. –2002 -Atividade discursiva na sala de aula de ciências; uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(3).
- MOREIRA, M.A., GRECA, I.M & PALMEIRO, M.L.R- 2002- Modelos Mentales e Modelos Conceptuales en la Enseñanza /Aprendizaje de las Ciencias **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** V. 2 (3), pp. 36-56
- ORLANDI, E.P. **A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso**. Campinas. Pontes Editores
- ORQUIZA, L.C. - 1994 - Representações mentais e conflitos cognitivos: o caso das colisões em Mecânica. **Tese de Doutorado**. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo,
- VILLANI, A. & BAROLLI, E.–2005 - Os Discursos do professor e o ensino de ciências- **ATAS V ENPEC CD Rom. (No prelo)**
- VILLANI, A. & ORQUIZA, L.C. - 1995 - Conflictos cognitivos, experimentos cualitativos y actividades didácticas. **Enseñanza de las Ciencias**, 13(3), pp. 279-294

Apêndice

Durante as entrevistas foram utilizados vários aparelhos: neste trabalho utilizaremos somente os choques de tipo **p** com pêndulos, os de tipo **c** numa canaleta, sem rotação das bolas, os de tipo **r** na canaleta, com bolas rolando (veja as figuras abaixo).

O índice **1** significa bolas iguais e alvo em repouso, **2** refere-se a bolas iguais com mesma velocidade, **3** refere-se a bolas iguais com velocidades diferentes, **4** significa alvo em repouso maior que o projétil, **5** alvo em repouso menor que o projétil e **6** refere-se a choques múltiplos.

