

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

# PUBLICAÇÕES

INSTITUTO DE FÍSICA  
CAIXA POSTAL 20516  
01498 - SÃO PAULO - SP  
BRASIL

IFUSP/P-644

A METODOLOGIA DE ANÁLISE NAS PESQUISAS SOBRE  
CONCEITOS ALTERNATIVOS

27 JUL 1987



J.L.A. Pacca; A. Villani

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Junho/1987

## A METODOLOGIA DE ANÁLISE NAS PESQUISAS SOBRE

### CONCEITOS ALTERNATIVOS

J.L.A. Pacca\*; A. Villani\*

Instituto de Física, Universidade de São Paulo  
C.P. 20516, 01498 São Paulo, SP, Brasil

As pesquisas sobre conceitos alternativos valem-se, em geral, da análise do discurso dos estudantes sobre problemas e questões em que um certo conteúdo específico, no nosso caso de física, é envolvido.

Em que medida esse procedimento se diferencia da tradicional correção de provas?

De início, pode-se dizer que no caso das pesquisas há pelo menos uma intenção de considerar os erros como formas alternativas de pensar os próprios conceitos de física, mas tal intenção está longe de considerá-los como formas alternativas constituintes de estruturas maiores com coerência interna e muitas vezes diferente das estruturas formais da física.

Esta forma de considerar o fato se reflete na metodologia de pesquisa utilizada, que é essencialmente uma análise de conteúdo.

Esse tipo de análise consiste na organização de dados, extraídos do material bruto fornecido pelos sujeitos, a partir da elaboração de categorias que têm significado específico e estritamente ligado à natureza das informações que se quer obter.

---

\*Com auxílio do CNPq.

Tal construção tem como ponto fundamental a percepção e a explicação de uma possível estrutura, o quadro conceitual almejado, subjacente ao material bruto (no caso, as respostas dos estudantes).

Entre dados e quadro conceitual há um longo caminho, que revela toda a criatividade do pesquisador e que se manifesta na escolha das categorias de análise.

Numa primeira aproximação, as categorias são elaboradas de modo a incluir dados cuja característica importante é estar "fora" do sistema conceitual desejado, isto é, em desacordo com a física formal aceita hoje. Entretanto essas categorias tem ainda como referência o sistema aceito.

Ainda nesse nível de aproximação as categorias são articuladas gerando o quadro conceitual alternativo. Por exemplo as primeiras pesquisas sobre concepções alternativas em dinâmica revelaram a insistente ocorrência de uma relação, no discurso dos estudantes, entre força e velocidade, relação que constitui um dos elos básicos do quadro conceitual referente ao raciocínio alternativo em mecânica.

De certa forma esse quadro alternativo já se configurava na focalização das ocorrências, no caso relacionar força com velocidade e não com aceleração, que eram consideradas atraentes pelo pesquisador.

Uma das características fundamentais dos discursos alternativos é sua mistura de ambiguidade e especificidade; isso permite construir diferentes categorias dependendo das hipóteses interpretativas do pesquisador. Certamente a passagem dos dados ao sistema alternativo a ser construído não é unívoca; trata-se de um salto qualitativo que envolve escolhas e responsabilidades

do pesquisador. Surge assim o problema de escolher categorias mais próximas aos dados brutos ou às hipóteses interpretativas.

Quando as categorias são construídas diretamente sobre os dados, elas mostram muito detalhe, sendo também extensivas. Ao contrário, quando mais próximas de uma intuição a priori do pesquisador, são mais amplas e intensivas. Entretanto, no trabalho de análise as duas referências estão presentes necessariamente, pois os dados e as hipóteses são forçados a se encontrarem nas categorias.

Há riscos ao se trabalhar nos dois extremos. A proximidade com o quadro conceitual esperado pode levar a uma perda de elementos alternativos importantes no discurso global. A proximidade com os dados dificulta a interpretação e perde o sentido global.

A que distância se colocar?

#### DADOS EXPERIMENTAIS x HIPÓTESES EXPLICATIVAS

Os quadros conceituais alternativos, que existem atualmente na literatura especializada, inicialmente foram construídos quando se procurou analisar e dar sentido aos dados que ficavam de fora do sistema aceito oficialmente. Num refinamento posterior da análise os quadros conceituais encontrados procuraram dar conta destes dados, aproximando-os mais do sistema aceito: os aspectos alternativos dos dados foram interpretados como tendo sentido análogo ao da ciência formal, embora tendo nomes diferentes. A analogia consistia no fato de que os elementos que constituíam o quadro eram as mesmas grandezas físicas da física clássica, mas as relações entre tais elementos eram parcialmente

ou totalmente diferentes.

Com este procedimento havia de fato uma valorização do sistema formal da física quanto ao seu potencial explicativo e um ajuste dos dados brutos às categorias determinadas por ele. Tal ajuste era possível e legítimo pela característica de ambiguidade presente na maneira de se expressar dos estudantes.

De certa forma este primeiro resultado, que constitui um avanço em relação à qualificação de erro a tudo o que não estivesse de acordo com a física clássica, foi devido a um trabalho de análise muito próximo aos dados. A classificação de erro marginaliza e torna "resto" a grande maioria do discurso genuíno do estudante; o levantamento de categorias características deste resto a partir de ocorrências mais significativas, constitui uma retomada do objeto de análise e uma recuperação pelo menos parcial da especificidade do significado das respostas dos estudantes.

Entretanto, o modelo alternativo ainda pode deixar de fora dados incompreensíveis, porque para eles não se encontram analogias nem formas alternativas de relações que possam se referir de alguma maneira ao que consideramos a física oficial. Neste ponto costuma-se rever as categorias, detalhando-as ou ampliando o conjunto delas; com isto, em geral, o modelo alternativo fica mais complexo, com ramificações e condições específicas para seus elementos constitutivos.

Esta situação não nos parece satisfatória, nem progredindo na direção desejável: a da coerência, harmonia e eficiência do pensamento de modo geral. Rever as categorias é um recurso limitado na busca de modos alternativos de pensar a física; da mesma forma, voltar aos dados brutos sem novas hipóteses acerca

do modelo que lhes dá significado não acrescenta novidade essencial ao modelo.

Assim, o detalhamento nas categorias e a maior proximidade com os dados não garante progresso no modelo alternativo. A retomada dos dados deverá representar uma nova hipótese dentro do quadro conceitual e, para um progresso real, esta nova hipótese deve ser qualitativamente superior à anterior; ela poderá implicar numa mudança de todo o sistema explicativo e não somente simples adaptações ou ampliações em extensão. Neste sentido as categorias passam a ser questionadas quanto à própria natureza: elas não representam mais elementos com significado na física oficial, mas elementos que guardam entre si relações coerentes na tentativa de explicar os fenômenos físicos.

Aqui, a proximidade com os dados no sentido de maior detalhamento deixa de ser muito importante; a reformulação da hipótese que pretende dar conta dos dados tem que considerar os seus (dos dados) aspectos globais que incluem suas relações, condições em que se realizam e necessidade de coerência intrínseca.

Note-se bem, isto não significa que há uma maior proximidade das categorias com o quadro conceitual aventado do que com os dados brutos mas significa uma maior proximidade do discurso como um todo com um segundo quadro conceitual do que com o quadro preliminar.

Um exemplo interessante deste tipo de modificação encontra-se na análise das idéias de "cinemática espontânea". A maior compreensão da especificidade do quadro alternativo em relação a física oficial veio quando começaram a ser introduzidos elementos como observador privilegiado, movimento próprio, velocidade aparente que não existem na cinemática galileiana. Para

se chegar a esta nova etapa foi importante buscar, nos dados brutos, os resíduos de segunda ordem, para encontrar outros elementos que levassem à reelaboração das próprias hipóteses interpretativas que davam sentido ao discurso como um todo.

Evidentemente o levantamento de novas hipóteses interpretativas não é a panacéia que resolve todos os problemas da análise de conteúdo.

Diferentes hipóteses interpretativas podem ser compatíveis com os dados, sendo a própria análise das hipóteses incapaz de determinar qual delas é mais razoável; neste caso será necessária uma nova aproximação aos dados, possivelmente introduzindo novos dados, e uma análise mais cuidadosa dos mesmos.

Estas considerações levam a repensar o significado da análise de conteúdo e a importância da natureza das categorias dentro das quais os dados brutos devem se colocar no processo de geração dos quadros conceituais alternativos.

#### CLASSIFICAÇÃO DOS ESQUEMAS DE ANÁLISE

A questão não é tanto de distância de um ou outro polo, mas sim de flexibilidade do sistema alternativo para interpretar os dados e de incluir na consideração os resíduos de ordem 2 ou superior.

Resíduos que podem ser representados por dados classificados em categorias marginais ou por aspectos de dados (ou seja relações entre dados) que nem haviam sido vislumbrados na classificação anterior.

Sintetizando, pode-se dizer que a questão da maior ou menor proximidade das categorias de análise, com os dados se

coloca na medida em que se define o que e quanto é o resíduo e isto depende do sistema conceitual sobre o qual os dados são projetados. Elas devem estar próximas dos dados, facilitando a análise e incluindo o máximo possível deles na classificação; também próximas das hipóteses levantadas permitindo a articulação em quadros conceituais completos.

Em resumo, podemos representar estas idéias num quadro em que aparecem os vários tipos de esquemas de análise (categorias) para os modelos alternativos que se encontram nas pesquisas atuais; eles podem ser divididos em dois tipos: formais e alternativos.

Dentro dos formais colocam-se os que vêm os dados projetados na física formal oficial. Eles podem ser simplesmente formais quando as categorias se referem a uma relação direta dos dados com a ciência oficial ou semi-formais quando as categorias se referem a analogias entre os aspectos alternativos dos dados e os elementos formais.

Dentro dos alternativos que apelam para outros sistemas físicos explicativos da realidade podem classificar-se os alternativos globais, em que as categorias se referem a estruturas alternativas dos dados como um todo ou alternativos evolutivos em que as categorias revelam aspectos alternativos e estruturas individuais (localizadas, particulares, específicas) no conjunto dos dados.

Um outro ingrediente importante para a análise de conteúdo é o instrumento gerador dos dados (discurso); ele deve ser adequado ao nível de análise em que se está trabalhando: global ou particular. As questões na forma de questionário fornecem pequenas unidades de análise e possibilidade de uma proximidade

maior e mais precisa com os dados; as questões nas entrevistas ou problemas maiores fornecem grandes unidades de análise e menor possibilidade de detalhamento e proximidade com o dado bruto.

Os dados obtidos mediante questionários podem fornecer frequências significativas, ponto de partida importante para as categorias; os dados obtidos mediante entrevistas podem fornecer respostas articuladas que antecipam em boa parte o quadro conceitual a ser elaborado.

Quando o quadro é insatisfatório e se procuram novas idéias, a utilização de entrevistas pode ser de maior ajuda; quando se tem abundância de hipóteses alternativas, a utilização de questionários pode ser mais rápida e eficiente.

Em casos específicos, outra forma de tomada de dados podem ser significativas como por exemplo o registro da manipulação experimental do sujeito ou das representações gráficas por ele elaboradas; uma ou outra forma devem ser escolhidas dependendo da conveniência do momento, da disponibilidade de recursos, dos objetivos da análise e da própria intuição do pesquisador.

#### CONSIDERAÇÕES PEDAGÓGICAS

Do ponto de vista da aprendizagem de física, que contribuições as pesquisas sobre conceitos alternativos podem levar para a sala de aula?

Uma contribuição maior é essencialmente epistemológica e levará ao professor um quadro geral de formas de pensar a natureza e de atribuir significado aos fenômenos físicos.

Outra contribuição, essencialmente pedagógica e mais

pragmática, levará ao professor instrumentos para proceder em sua aula a um levantamento de formas alternativas dentro de certos conteúdos escolhidos.

De qualquer forma, o resultado importante é que o conhecimento dos estudantes a respeito da realidade é também uma forma de atribuir significado aos fenômenos, tendo sido construída ao longo de sua experiência de vida não podendo ser simplesmente estirpada ou ignorada sendo substituída pela física atual.