

INVESTIGANDO A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO DOS ALUNOS: CONCEPÇÕES E REPRESENTAÇÕES DOS ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA POR ALUNOS TRABALHADORES

Mara Silvia Cesário da Mota
Programa de Pós Graduação
Núcleo de Educação em Ciências
UNIMEP/SP

Resumo

Os alunos via de regra, apresentam grandes dificuldades de abstração e isso se deve ao fato de que o ensino tradicional usual não possibilita tal exercício. Os professores sentem, por vezes, grandes dificuldades em lidar com modelos e, por vezes esses modelos acabam se tornando “reais”(factíveis) para a maioria dos alunos. Um modelo, não é a cópia ou a mera reprodução de uma determinada realidade, mas sim uma construção, um estabelecimento de relações- pela representação simbólica- que supostamente possibilita dar conta de um sistema estudado. Diante de tais preocupações é que passei a considerar de extrema importância buscar conhecer, valorizar e estudar o que os meus alunos pensam e quais as suas idéias sobre temas de Ciências/Química. Para isso as vezes proponho-lhes atividades que geralmente ajudam-me a perceber/ conhecer o nível de abstração que os alunos podem manifestar, no curso da formação do seu pensamento teórico. Nesta perspectiva, situa-se minha pesquisa, realizada no âmbito da minha própria prática, em uma escola de periferia da cidade de Americana/SP, envolvendo 330 alunos trabalhadores do curso secundário noturno. Usando exemplos do dia-dia dos alunos e com interesse em conhecer e dar atenção especial ao que eles pensam sobre moléculas e espaços vazios, propus uma atividade, onde os alunos representaram a água nos estados sólido, líquido e gasoso usando para isso desenhos e explicações escritas.

Ensinar Ciências/ Química é na realidade, agir sobre a mente das pessoas que, sem dúvida re-agem e re-agem produzindo respostas e tomando parte num diálogo em termos de idéias científicas, idéias químicas.

Explicar conceitos científicos em sala de aula envolve, tanto entender o conteúdo dessa explicação, através de diálogos, de ações interativas, quanto ser capaz de trabalhar conceitos de forma interativa com os alunos.

Considerando então o contexto de sala de aula usual, é importante revelar as interações entre alunos, dos alunos com os professores e destes com o material instrucional, na medida em que tais interações exercem influência no processo de construção do conhecimento. Neste sentido, o material instrucional utilizado em um curso não pode ser visto apenas como “aquilo que vai ser ensinado e aprendido”, mas como um conjunto de situações que capacitem e encorajem os alunos a atribuir significados a idéias científicas.

Os alunos via de regra, apresentam grandes dificuldades de abstração e isso se deve ao fato de que o ensino tradicional usual não possibilita tal exercício. Os professores sentem, por vez, grandes dificuldades em lidar com modelos e, por vezes, esses modelos acabam se tornando ‘reais’(factíveis) para a maioria dos alunos. Um modelo, não é a cópia ou a mera reprodução de uma determinada realidade, mas sim uma construção, um estabelecimento de

relações –pela representação simbólica- que supostamente possibilita dar conta de um sistema estudado.

Diante de tais preocupações é que passei a considerar de extrema importância buscar conhecer, valorizar e estudar o que os meus alunos pensam e quais as suas idéias sobre temas de Ciências/Química.

Para isso, por vezes, proponho-lhes atividades que geralmente ajudam-me a perceber/ conhecer o nível de abstração que os alunos podem manifestar, no curso da formação do seu pensamento teórico.

Quando tratamos de compreensão de idéias, de relações entre idéias, de construção do conhecimento, estamos tratando da formação/ constituição do pensamento teórico dos alunos.

Nesta perspectiva situa-se a presente investigação, realizada no âmbito da minha própria prática, em uma escola de periferia da cidade de Americana - SP, envolvendo 330 alunos trabalhadores do curso secundário noturno.

Usando exemplos do dia- dia dos alunos e com interesse em conhecer e dar atenção especial ao que eles pensam sobre moléculas e espaços vazios, propus uma atividade onde os alunos tivessem que expressar através de desenhos a situação da água, “vista por dentro” nos estados sólido, líquido e gasoso. Além disso busquei considerar de acordo com suas visões ou pontos de vista, também as explicações que alguns alunos (49 em 330) deram para os seus desenhos.

A minha proposição de atividade foi inspirada nos trabalhos de pesquisa relatados por Novick e Nussbaum (1978,1981 e 1982) onde este mesmo sistema foi utilizado com sucesso na detecção da concepção de matéria dos alunos Israelenses e Norte- Americanos. No Brasil, uma pesquisa de Justi (1991) replicou os trabalhos referidos ou tomou-os como base.

Em função das representações apresentadas pelos meus alunos pude também conhecer um pouco do que eles pensam em termos de moléculas e espaços vazios. Pude perceber que através de desenhos eles representam sua visão ou seu modo de ver de forma autêntica, uma vez que se livram da arbitrariedade da linguagem escrita e passam a usar formas mais criativas ao seu alcance.

Sendo assim, passo a assumir como Peres (1993) que o processo de ensino-aprendizagem apresenta-se entrelaçado- e precisa ser visto nestes termos- entre outros fatores, aos interesses/ curiosidades dos alunos e à possibilidade deles se expressarem livremente. E são manifestações como as que se expressam através do desenho que se tornam decisivas tanto para a atividade criadora, quanto para a expressão do ponto de vista do aluno de suas idéias intuitivas ou de suas concepções, no curso da formação de seu pensamento teórico.

Ao valorizar o potencial criador do aluno, o que ele pensa, estaremos valorizando sua curiosidade, isto é, motivando-o para que, através de situações- problema, caminhe em busca de soluções originais e independentes. Associado a isso, está a força do pensamento divergente em duplo sentido: seja em nível do movimento das idéias dos alunos, seja em nível da utilização de diferentes formas para expressar essas idéias.

As experiências relacionadas a diferentes formas de expressão fluem naturalmente em situações cotidianas.

O processo ensino- aprendizagem não pode permanecer alheio e muito menos desvalorizar essas experiências, pois elas podem contribuir para tornar as atividades desenvolvidas mais próximas e interessantes ao aluno, facilitando assim sua ação. Tomando como referência a relação ensino- aprendizagem/criatividade, torna-se imprescindível ao meu ver, repensar formas de expressão passíveis de utilização por meus alunos.

Além disso, se partirmos da concepção de que o ensino de Ciências, dentre outros fatores, deva se pautar fundamentalmente por observação de fatos e fenômenos, especialmente por aquelas que possam ser esgotadas a partir da exploração direta do meio, o registro dessas observações torna-se uma das etapas que irá contribuir para a construção do conhecimento do aluno.

Ao considerar que o ensino de Ciências deva se pautar fundamentalmente em “observações de fatos e fenômenos”, passo a atribuir, como Peres (1993), a esse termo um significado semelhante ao de Hanson, quando sustenta que: “...observações e interpretações são inseparáveis- não apenas no sentido de que nunca se manifestam separadamente, mas no sentido de que é inconcebível manifestar-se qualquer das partes sem outra”.(Hanson, N.R.,1972:127) apud Peres,M.R, 1993:22)

Além disso, embora não se constitua, ainda, regra geral para a realidade da maior parte de nossas escolas, algumas ainda dispõem de recursos que auxiliam na observação do “mundo microscópico”.Nesses casos, a partir do uso do microscópio em sala de aula realizam observações, reproduzindo-as, geralmente, através de desenhos. Podemos observar que nós os professores, em geral, pensamos muito pouco na nossa própria prática.

Muitos não admitem que podem estar desatualizados, que o mundo de seus alunos de hoje não é o mesmo mundo de anos atrás, portanto, seus alunos de hoje são diferentes dos alunos de ontem, posto que estamos em constante transformação de idéias, de conhecimento que sem dúvida, mudam com o tempo.

Por razões como essas, se solicita a um professor quer em formação quer em exercício que expresse sua opinião sobre o que nós, professores deveríamos conhecer (em um sentido mais amplo de “saber”e “saber fazer”) para podermos desempenhar nossa tarefa e abordar, de forma satisfatória, os problemas que nos são propostos, as respostas são, em geral, bastante pobres e não incluem muitos dos conhecimentos que a pesquisa tem destacado como fundamentais (Gil Perez et al, 1991).

Esse fato pode ser indicador da pouca familiaridade dos professores com as contribuições da pesquisa de inovação didática e, mais ainda, pode ser interpretado com expressão de uma imagem espontânea do ensino, concebido como algo essencialmente simples, para o qual basta bom conhecimento da matéria, algo de prática e, podemos acrescentar, alguns complementos psicopedagógicos (Furió e Gil Perez,1989;Dumascarré 1990).

Nesse tipo de análise podemos chegar a conclusão que nós, professores de Ciências/ Química, não só carecemos de uma formação adequada, mas não estamos sequer conscientes das nossas insuficiências. Isto é consequência de como se concebe a formação do professor

em termos usuais e reprodutivistas de uma simples transmissão de conhecimentos e destrezas que, contudo tem demonstrado reiteradamente suas insuficiências tanto na preparação de alunos quanto dos próprios professores (Briscoe,1991).

É preciso avançar tentando superar dessa séria contradição quando se tem em vista, na formação dos professores, as orientações construtivistas, cuja eficácia é demonstrada na aprendizagem dos alunos (Gené e Gil Perez, 1987;Hewson,1987;Tonucci ;1991).

No entanto o resultado é muito diferente quando esta questão é abordada por equipes de profesoress na perspectiva de um trabalho de (auto) formação. Porque é necessário, antes de tudo, que os professores sintam a necessidade de mudar sua prática e adquirir novos conhecimentos para que as possíveis insuficiências na sua formação, uma vez reconhecidas pela reflexão, ser superadas.

No âmbito dessas questões, a produção dos grupos vários de pesquisa sobre o ensino das Ciências expressa, em termos gerais, um grande número de conhecimentos que a pesquisa e os próprios pesquisadores apontam como necessários para redimensionar a formação do professor, afastando as visões simplistas principalmente sobre o ensino de Ciências/Química.

Finalmente, invoco Davidov (1996), para abordar questões relativas ao pensamento teórico dos alunos o qual precisa comportar antes de mais nada, a reflexão. Essa consiste na descoberta, por parte do sujeito, das razões de suas ações e de sua correspondência com as condições do problema. A análise do conteúdo do problema que visa levantar o princípio ou o modo universal para sua resolução, a fim de poder transferi-lo para toda uma classe de problemas análogos. E, por fim, um plano interior das ações que assegura tanto o seu planejamento quanto sua realização mental. Isso pode ser explicado da seguinte maneira:

Se um aluno está sendo submetido a uma dada experiência descobre um modo geral pelo qual uma série de problemas pode ser resolvida, evidenciando os laços que unem aqueles problemas considerados; é segundo esse modo que ele fará um tipo de classificação. Esse fato, segundo o autor referido, evidencia que o aluno está apto para a reflexão. Caso contrário, a classificação pretendida se basearia apenas em características exteriores do problema, características descobertas apenas no momento de uma comparação de suas condições. E mais, quando um aluno é capaz de generalizar, a partir do conteúdo dos problemas, ele se encontra apto para a análise. Com esse objetivo, alunos –numa investigação de Davidov (1996)- foram confrontados com uma série de problemas análogos, cuja resolução permitia avaliar se eram ou não capazes de fazer um levantamento dos laços essenciais existentes entre tais problemas. Se, para eles, a resolução de cada problema apresentava como algo inteiramente novo, e não lhes era possível retirar dali um princípio comum: isso significaria que eles somente se apoiariam em características exteriores ou em seus conhecimentos empíricos, os quais são considerados, aliás, pouco significativos. Por outro lado, após haverem resolvido um ou dois problemas, foi investigado se o aluno descobriria um princípio comum que pudesse unir os problemas já resolvidos entre eles e, posteriormente viesse a aplicar tal princípio a resolução de problemas análogos: isso significaria que ele, o aluno, havia adquirido um dos elementos do pensamento teórico, que é o da análise do conteúdo.

Ao que parece, foi o que aconteceu com alguns dos meus alunos, pois ao expressarem a água nos estados sólido, líquido e gasoso, vários deixaram de lado a parte exterior do desenho, não apoiando suas explicações em fatores externos do problema, mas,

em fatores internos,(reflexão) ou seja, desenharam a água “por dentro”representaram através de moléculas, e, em cada um dos estados físicos, os espaços entre as partículas se modificavam. Em suas representações eles descobriram um princípio comum(análise) para a resolução do problema dado.

Os resultados da análise das manifestações dos meus alunos através de desenhos me permite constatar, inicialmente,que parece ficar muito enfática para os alunos uma questão da origem para considerarem cada estado físico da água.Quero dizer que a maioria dos alunos precisa representar um “ recipiente” ou “objeto continente”para mais facilmente representarem três estados físicos da água, em termos tidos como usuais.

Dentre os alunos pesquisados,55% ao representar a água no estado líquido, usaram como origem ou objeto continente um copo.Já no estado sólido,63% representaram a água em forma de um cubo, quer por analogia ao sólido- cubo da geometria,quer pela também analogia, “forminha” do congelador de suas casas. Para representar a água no estado gasoso 23,9% desenharam a água em um copo e 35,75% em uma panela ou chaleira para representações de seus pontos de vista.

Parece um tanto estranho os alunos representarem o estado gasoso da água em um copo, contudo observando os desenhos, pude perceber que, nesses casos, o que estava em questão, para eles, não era a parte macroscópica(origem), mas sim a microscópica.Quero dizer que, independente da origem,eles pareceram ter levado em conta a questão, como é que as partículas/ moléculas poderiam ser diferentemente representadas em cada um dos estados físicos.

Um outro fato curioso é que os alunos desenharam partículas no estado líquido muito parecidas com os desenhos das partículas no estado gasoso.Será que isso poderia ser um indicador de que eles imaginam a mudança dos estados físicos líquido-gás/gás-líquido como um processo demasiado rápido e, porisso,suas partículas não “tem tempo” de sofrerem mudanças relevantes passíveis de notação ou registro?

Para uma análise em outro nível, reuní as idéias dos alunos sobre moléculas e espaços vazios, inspirada nos trabalhos de Justi(1991).

No estado sólido, 39% dos alunos consideraram que as **moléculas estão muito juntas** em termos tais que desenharam suas moléculas muito próximas, deixando pouco espaço entre elas.

Vários alunos tiveram o cuidado de fazer suas representações de moléculas(que na maioria foi em forma de bolinhas) “bem juntinhas”, ao ponto de não sobrar nenhum espaço entre elas.

Já no estado líquido, 52% dos alunos dizem que as **moléculas** nesse estado físico estão **separadas** umas das outras e desenharam as moléculas um pouco separadas.

No estado gasoso, 48% dos alunos expressam que as **moléculas estão total ou completamente separadas**,deixando muitos espaços vazios entre elas.

Em algumas respostas percebi que os alunos usam termos e expressões tais como “moléculas agrupadas”, “moléculas desagrupadas”.Ao ler estes termos fiquei me perguntando se é possível considerar que quando se expressam desta forma, eles estão porventura

pensando em grupos de átomos(moléculas), em ligações de átomos, ou será que usam apenas termos familiares ou termos comuns?

Muitos desenhos e explicações chamaram minha atenção. Um dos alunos considera que no estado líquido as moléculas estão separadas e então ele representa pelo desenho em nível mais elevado de abstração, como se fosse um círculo, no interior do qual ele assinala pequenos pontos longe uns dos outros. Para o sólido ele desenha um cubo vazio, uma vez que esboça os contornos e diz que no gelo as moléculas estão contraídas “como se estivessem com frio”. No estado gasoso ele desenha uma panela e na parte superior do desenho representa moléculas por alguns pontinhos enfileirados, e acrescenta que, no estado gasoso, as moléculas estão bem mais dispersas que no líquido como se “corressem do fogo”. O próprio aluno faz uso das aspas nas expressões que usa contudo, o que este aluno desenha e o que ele escreve não parece fazer sentido pois, no estado gasoso, ele desenha moléculas mais juntas do que no estado líquido. Por outro lado, ele expressa uma visão animista, uma vez que as moléculas para ele parecem, ao seu ver, possuir vida própria: elas “sentem frio”, “correm do fogo”, dependendo do seu **estado físico**.

Vários alunos sentem necessidade de registrar, de certa forma, o nível microscópico de consideração da ciência, de forma tal que, apresentam, à guisa talvez de legenda, uma espécie de ampliação das moléculas/partículas, como se estivessem projetando “um olhar” com o auxílio de um microscópio.

REPRESENTAÇÃO EM TERMOS DE ORIGEM								
Líquido	qtd.de alunos	%	Sólido	qtd.de alunos	%	Gasoso	qtd. de alunos	%
Copo	183	55,5	cubo	208	63	copo	79	23,90
Torneira	58	17,5	copo	86	26	panela	76	23,00
Bolinhas	30	9,0	bolinha	21	6,5	chaleira	42	12,75
Barril	01	0,3	iceberg	03	0,9	bule	33	10,00
Reservatório	01	0,3	panela	02	0,6	evaporação	23	7,00
Lago	02	0,6	xícara	02	0,6	bolinhas	31	9,40
Chuva	03	0,9	jarra	02	0,6	xícara	15	4,55
Gotas	05	1,5	pontinho	01	0,3	cubo	07	2,15
Garrafa	06	1,8	garrafa	01	0,3	nuvem	03	0,90
Nuvem	03	0,9	taça	01	0,3	varal	03	0,90
Cachoeira	01	0,3	sorvete	01	0,3	pontinhos	02	0,60
Taça	01	0,3	bacia	01	0,3	fogueira	02	0,60
Regador	01	0,3	nuvem	01	0,3	gotas	02	0,60
Pontinho	01	0,3	total	330	100	jarra	01	0,30
Xícara	02	0,6				bacia	01	0,30
Panela	02	0,6				chaminé	01	0,30
Cubo	07	2,2				chimarrão	01	0,30
Balde	03	0,9				garrafa	01	0,30
Bacia	02	0,6				canecão	07	2,15
Lago	02	0,6				total	330	100,0
Jarra	08	2,5						
Rio	08	2,5						
Total	330	100						

EXPLICAÇÕES DOS ALUNOS SOBRE PARTÍCULAS/MOLÉCULAS

LÍQUIDO	%
mol. juntas	8
part. agrupadas	2
part. separadas	53
part. mais ou menos juntas	4
nem agrupadas, nem separadas	2
pouco separadas	2
uma longe da outra	2
mais desagrupadas	6
menos agrupadas	2
mol. longe	2
mol. afastadas	4
mol.perto	2
não muito juntas	2
mais soltas	4
quase unidas	2
normais	2
total de alunos pesquisados	100%

SÓLIDO	%
mol. menores	2,0
mol. perto	6,2
mol.afastadas	2,0
mol. comprimidas	2,0
mol. nem longe, nem perto	2,0
mol. juntas	39
partículas agrupadas	8,2%

moléculas contraídas	8,2%
moléculas próximas	2,0%
moléculas ligadas	2,0%
moléculas agrupadas	18,4%
moléculas grudadas	2,0%
moléculas mais unidas	4,0%
moléculas- agrupadas	2,0%
total de alunos pesquisados	100%

GASOSO	%
totalmente separadas	48
part. agrupadas	2
mais dispersas	5
se expandem	2
mol.agrupadas	2
distantes	10
algumas juntas, outras separadas	8
flutuam	2
vapor	4
desagrupadas	10
mais longe	4
mais soltas	4
total de alunos pesquisados	100%

Bibliografia

CARVALHO E GIL- PEREZ. Formação de Professores de Ciências; São Paulo: Cortez 1993-(Coleção Questões da nossa época).

GARNIER, Catarina. Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista. Escola Russa e ocidental/ Catarina Garnier, Nadine Bernarz, Irina Ulanovskaya [et.al]; trad. Eunice Gruman-Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

JUSTI, R.S. Sobre espaços vazios e partículas- Movimento de idéias sobre a descontinuidade da matéria em um processo contínuo de Ensino-Aprendizagem de Química no segundo grau-Dissertação de Mestrado.Campinas/SP,UNICAMP,1991.

NOVICK,S and NUSSBAUM.,J.,1978, Junior High School Piplils Understanding of the Particulate Nature of Matter: na interview study,Science Education,65(3),273-281

PERES, M.R.O Desenho no Ensino de Ciências-Investigando Possibilidades Metodológicas. Dissertação de Mestrado.Campinas/SP,UNICAMP,1993