

Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor

Lúcia Helena Sasseron

Diretrizes nacionais e internacionais apontam, desde mais de 2 décadas, a necessidade de que o ensino das ciências considere o crescente impacto das evoluções científicas e tecnológicas e abordem em sala de aula temas mais relacionados à vida dos estudantes (Millar e Osborne, 1998, Osborne, Duschl e Fairbrother, 2002, Gil-Pérez *et al*, 2005, Olson e Loucks-Horsley, 2000). Uma leitura irrefletida sobre estes pressupostos pode nos remeter a um planejamento que privilegie a abordagens dos equipamentos tecnológicos mais modernos, mostrando aos alunos como eles se constituem e como funcionam. Mas pensar assim nos levaria rapidamente a uma conclusão contraditória: planejar e implementar aulas para que os alunos saibam sobre tecnologias de ponta resultaria em, ao término de um ou dois anos (ou até em menos tempo), ter ensinado aos alunos ideias obsoletas. Devemo-nos, portanto, fazer a seguinte pergunta: face a tantas informações, provenientes de fontes distintas (confiáveis ou não tanto), o que a escola precisa ensinar aos alunos?

Há não muito tempo, a escola era tida como o espaço privilegiado de divulgação de conhecimento. A cultura escolar, bem delimitada, influenciava a abordagem de conteúdos em qualquer disciplina. Hoje em dia, não apenas a cultura escolar influencia a abordagem de conteúdos, mas também, e sobretudo, a cultura daqueles que estão na sala de aula influencia a cultura escolar e a abordagem de conteúdos.

As relações entre a escola e a sociedade já se tornaram mais estreitas, mas estariam elas ocorrendo na abordagem dos conteúdos?

E quais os conteúdos a escola, como parte significativa da sociedade, deveria fornecer aos estudantes?

Trata-se, pois, de pensar não apenas em quais conteúdos serão trabalhados em sala de aula, mas também em como eles serão abordados.

Um cuidado muito grande precisa ser considerado: ao falar em estratégias, não estamos desprivilegiando o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula. Ambos são importantes. E ambos tem sua importância validada pelo modo como são trabalhados em sala de aula e as relações que podem trazer para que os estudantes utilizem o que aprenderam na escola em outras condições e, também, tragam para a escola considerações advindas de experiências anteriores.

Quando falamos em aulas de ciências, atingir tais objetivos necessita do planejamento e da implementação de um ensino capaz de fazer os alunos compreenderem os conhecimentos científicos à sua volta, os adventos tecnológicos e saber tomar decisões sobre questões ligadas às consequências que as ciências e as tecnologias implicam para a sua vida, da sociedade e para o meio ambiente (Sasseron, 2008, Sasseron e Carvalho, 2008).

Estas considerações pautam o ensino de ciências cujo objetivo seja a Alfabetização Científica dos estudantes.

Concebemos a Alfabetização Científica como um processo em constante desenvolvimento; um processo que permite aos alunos discutir temas das ciências e o modo como estes estão presentes e influenciam sua vida e da sociedade, além de poder trazer consequências ao meio ambiente. Por ser um processo, a maneira como as ideias são trabalhadas em aulas que visam à Alfabetização Científica é

muito importante e, em nosso entender, deve estar ligado a características próprias do fazer científico (Carvalho, 2011).

Para tal fim, as ciências abordadas em sala de aula precisam ser mais do que uma lista de conteúdos disciplinares e devem permitir também o envolvimento dos alunos com características próprias do fazer da comunidade científica; dentre elas: a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias.

Um olhar sobre estas características da comunidade científica

Bem sabemos que pode ser possível fazer listas muito mais extensas de características da comunidade científica. No entanto, para organizar nossa discussão sobre a sala de aula, daremos atenção às três delas mencionadas acima.

Investigação

No dicionário, a palavra “investigação” aparece como sinônimo de pesquisa, busca. Por aqui podemos começar a pensar no que seja a investigação científica.

Ela é sim uma pesquisa, uma busca, mas, como muitas das experiências que temos em nossa vida, o mais importante da investigação não é o seu fim, mas o caminho trilhado.

Uma investigação científica pode ocorrer de maneiras distintas e certamente o modo como ocorre está ligado às condições disponibilizadas e às especificidades do que se investiga, mas é possível dizer que toda investigação científica envolve um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle das mesmas, o estabelecimento de relações entre informações e a construção de uma explicação.

Em sala de aula, estas mesmas etapas podem ser trilhadas. E isso pode ocorrer em qualquer tipo de atividade que se faça, não estando condicionada a acontecer somente em aulas experimentais. Assim, a leitura de um texto pode ser uma atividade investigativa tanto quanto um experimento de laboratório. Não importa a forma de atividade que venha a aparecer: o essencial é que haja um problema a ser resolvido; e as condições para resolvê-lo são muito importante, havendo necessidade de cuidar para que elas se façam presentes.

Em uma investigação, diversas interações ocorrem simultaneamente: interações entre pessoas, interações entre pessoas e conhecimentos prévios, interações entre pessoas e objetos. Todas elas são importantes, pois são elas que trazem as condições para o desenvolvimento do trabalho.

Pensando na sala de aula, o planejamento de uma investigação deve levar em consideração os materiais que serão oferecidos e/ou solicitados aos alunos, os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que nortearão a investigação e, é claro, o gerenciamento da aula que, inclui, sobretudo, o incentivo a participação dos alunos nas atividades e discussões.

Interações discursivas

É por meio do debate entre os pares que, muitas vezes, os conhecimentos científicos são organizados. Ocasões como as que se passam em conversas entre pares e reuniões científicas são momentos ímpares no que diz respeito à troca de ideias e fundamentação do que se pretende enunciar.

Em sala de aula, estes debates – ou como preferimos chamar –, estas interações discursivas devem ser promovidas pelo professor e cuidados precisam ser tomados para que o debate não se transforme em uma conversa banal. O objetivo da atividade preciso, portanto, estar muito claro para o professor, de modo que ele faça perguntas, proponha problemas e questione comentários e informações trazidos

pelos estudantes tendo como intuito o trabalho investigativo com o tema da aula. A resposta dos alunos pode vir em palavras faladas, mas, em alguns casos, na ausência delas, gestos auxiliam na expressão das ideias.

Promover interações discursivas não é tarefa fácil, pois demanda saber perguntar e saber ouvir. Boas perguntas dependem tanto do conhecimento sobre o tema abordado quanto da atenção ao que os alunos dizem: muitas das informações trazidas por eles precisam ser exploradas, seja colocando-as em evidência, seja confrontando a ideia exposta, ou mesmo solicitando aprofundamento do que já foi dito.

Fazer perguntas e não estar atento ao que o aluno diz é similar a um discurso monológico: a participação dos alunos resulta em responder sem que o que foi por eles expresso seja aproveitado de algum modo e, no final das contas, o que terá importância será apenas aquilo que foi dito pelo professor...

Divulgação de ideias

Também faz parte da cultura científica a divulgação de ideias. Poderíamos imaginar que esta divulgação nada mais é do que uma interação discursiva: sim, a divulgação pode ocorrer por meio de interações verbais e orais entre as pessoas, mas ela também pode aparecer de modos diferentes. Seja por meio de artigos escritos ou de apresentações orais, a divulgação do que se fez é muito importante no âmbito das ciências.

Esta importância da divulgação está no bojo da própria ciência: as ciências partem da premissa de que o conhecimento não é estático e novas interpretações podem ser dadas a uma proposta anterior, tornando-a mais completa. Portanto, apresentar ideias aos pares faz parte do trabalho de aprimorar ou refutar conhecimentos que estão em discussão.

Em sala de aula, quando interações discursivas são promovidas, a comunicação oral já pode estar em curso, contudo, é possível também explorar a comunicação escrita. Pensando no ensino de ciências no Ensino Fundamental (foco deste livro), esta atividade ganha ainda mais relevância uma vez que estamos falando de alunos em processo de alfabetização na língua materna.

Há diversas formas de se registrar ideias: desde relatórios descritivos seguindo um roteiro de passos preestabelecido até um relato aberto sobre o que se experienciou. Esta última alternativa é muito mais adequada, em se considerando a investigação na sala de aula.

Aos alunos, a elaboração de um registro gráfico pode servir para organizar dados, para sintetizar informações ou para apresentar aos demais colegas o que se fez. Ao professor, as funções anteriores ajudam no encaminhamento das discussões e avaliação das mesmas, sendo assim, os registros podem ser uma forma de o professor acompanhar o progresso dos alunos ao longo da abordagem do tema.

Mas vale lembrar que, em muitos casos, os registros dos alunos do Ensino Fundamental 1 podem aparecer na forma híbrida de desenho e texto ou apenas um ou outro. Assim como os gestos usados em conjunto com o discurso oral, o desenho deve ser encarado como mais uma linguagem a qual os alunos utilizam para fazerem-se entender. Neste caso, ela é especialmente importante pois detalhar na escrita certas relações de um fenômeno podem demandar uma precisão maior em termos de vocabulário, gramática e semântica as quais os alunos tenham acesso até aquele momento.

E a Alfabetização Científica?

Dissemos anteriormente que a Alfabetização Científica tendo sido, hoje em dia, um dos objetivos com o ensino das ciências. Objetivo este que pode iniciar na escola, mas que certamente não se finda ali e não se restringe apenas a ela (Fourez, 1994, Hurd, 1998, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Sasseron e Carvalho, 2011).

Alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer-lhes condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados aos conhecimentos científicos. Mas é preciso ficar claro que a tomada de decisão consciente não é um processo simples, meramente ligado à expressão de opinião: ela envolve análise crítica de uma situação, o que resulta, em se pensando nas ciências, em um processo de investigação.

Assim, em sala de aula, com o objetivo de alfabetizar cientificamente os alunos, devemos estar atento a habilidades que podem ser agrupadas em 3 blocos: chamamos este conjunto de **Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica**, pois, em nosso entendimento, esses três eixos são capazes de fornecer bases suficientes e necessárias de serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas que visando à Alfabetização Científica.

O primeiro eixo estruturante refere-se à **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais** e diz respeito à possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.

O segundo eixo preocupa-se com a **compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**. Está associado à idéia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista para a sala de aula, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, esse eixo é aquele que nos fornece subsídio para a abordagem das questões ligadas às investigações científicas: não apenas a realização de investigações, mas também os aspectos social e humano por trás delas. Além disso, o trabalho com este eixo deve auxiliar para o desenvolvimento de ações que podem assumir alunos e professor sempre que de frente a informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão.

O terceiro eixo estruturante da AC compreende o **entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente**. Neste caso, o que chama a atenção é a identificação das relações entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. O trabalho com este eixo deve ser garantido na escola quando se tem em mente o desejo de um futuro sustentável para a sociedade e o planeta.

Entendemos que o planejamento de aulas que leve em consideração tais eixos estará alinhado com o objetivo de desenvolver o processo de Alfabetização Científica entre os estudantes. Isso pode ocorrer, pois oportunidades terão sido criadas para o estudo de problemas relacionados à sociedade e ao ambiente, ao mesmo tempo em que poderá ser possível discutir fenômenos do mundo natural,

visando à construção do entendimento sobre esses fenômenos e sobre os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento.

O que há de comum entre estes tópicos?

Ainda que cada uma destas formas de fazer científico expostas acima – investigação, interações discursivas e comunicação de ideias – tenha uma definição bem própria, há algumas similaridades entre elas, principalmente, no que diz respeito à maneira como ocorrem. Todas elas estão relacionadas a ações realizadas para a proposição de noções sobre temas das ciências e estão ligadas ao surgimento de um processo muito importante para a construção e explicitação de ideias: a argumentação.

Entendemos a argumentação como todo e qualquer processo por meio do qual a análise de dados, evidências e variáveis permite o estabelecimento de uma afirmação que relaciona uma alegação e uma conclusão, ou seja, um argumento. Esta relação pode ter associada a ela justificativas e refutações que garantam ser a afirmação mais ou menos forte. A análise dos dados e evidências é um processo que permite o reconhecimento de variáveis e o estabelecimento daquelas que são relevantes para o problema em questão. Esta análise também permite estudar hipóteses e conjecturar sobre condições favorecendo a avaliação do que se investiga e, portanto, consolidando justificativas e refutações para a conclusão do problema.

Há inúmeros trabalhos que tratam sobre argumentação. Muitos deles relacionam-se explicitamente ao ensino de Ciências (Driver *et al*, 2000, Kelly *et al*, 1998, Jiménez-Aleixandre *et al*, 2000, entre outros). Estes trabalhos tem associado a argumentação promovida em sala de aula com aspectos a se considerar quando se almeja a Alfabetização Científica dos estudantes, uma vez que promover a argumentação em sala de aula permite que os alunos tenham contato tanto com os conteúdos científicos, quanto com o fazer ciência e as relações que estes saberes tem com a sociedade e o meio ambiente. A relação ocorre quando é se considera a argumentação como uma forma específica por meio do qual as proposições em ciências são construídas e divulgadas. Deste modo, estabelecer argumentação em sala de aula seria uma forma de aproximar os estudantes das características da fazer científico acima listadas. Isso porque, ao utilizar ações e estratégias próprias das ciências, a construção do argumento deve estar em curso e ser resultado das análises feitas durante uma investigação, podendo ser comunicada também em forma oral quanto gráfica.

A argumentação em sala de aula

A sala de aula é um ambiente complexo em que diferentes pessoas, com diferentes experiências de vida, encontram-se para debater sobre temas de diferentes áreas de conhecimento humano.

Como nosso foco são as ciências e, portanto, a compreensão do mundo natural, informações provenientes de experiências servem de rica fonte de dados para estudos a serem realizados em sala de aula. Para que a argumentação de fato ocorra em sala de aula, o professor precisa promover a investigação por meio de problemas a serem resolvidos.

Ao longo da investigação, ao permitir e promover situações em que ocorram interações discursivas, o professor poderá oferecer condições para que argumentação surja. Para isso, é necessário que ele se atente ao trabalho de organização e análise dos dados e informações existentes e questione sempre os

alunos, propondo perguntas de tal modo que seja possível analisar observações feitas e/ou hipóteses levantadas e contrapor situações.

Em estudos anteriores, temos analisado quais ações do professor em sala de aula são importantes para o fomento da argumentação em aulas investigativas de ciências. Podemos afirmar a existência de duas grandes esferas da atuação dos professores necessárias para o desenvolvimento da argumentação em sala de aula: os propósitos pedagógicos e os propósitos epistemológicos.

Os propósitos pedagógicos referem-se ao desenvolvimento de ações de sala de aula que contribuem para o desenvolvimento da mesma no espaço e tempo de uma aula.

Propósitos e ações pedagógicos do professor para promover argumentação	
Propósitos pedagógicos	Ações pedagógicas
Planejamento da atividade	Definição dos objetivos, organização de materiais necessários e preparação do cronograma
Organização para a atividade	Divisão de grupos e/ou tarefas, organização do espaço, distribuição de materiais, limite de tempo
Ações disciplinares	Proposição clara das atividades e das ações a serem realizadas, atenção ao trabalho dos alunos, ações disciplinares
Motivação	Estímulo à participação, acolhida das ideias dos alunos

Cada um dos propósitos e das ações pedagógicas do professor são velhas conhecidas de quem está em sala de aula. Por isso mesmo, cabe aqui uma análise mais precisa sobre o que cada uma delas se refere.

Planejamento da aula: este propósito é levantado antes da aula ocorrer. A definição dos objetivos da aula pautará todo o trabalho futuro. Os materiais precisam ser organizados e, a depender da especificidade da atividade, verificar se estão em condição de uso e se são em número suficiente para a turma. Além disso, outra ação que deve ser realizada aqui é a preparação do cronograma da aula: ainda que a aula seja dinâmica e ganhe vida a partir das interações com a turma, os objetivos definidos apontam resultados que precisam ser alcançados com uma aula ou atividade.

Organização para a atividade: as atividades de sala de aula podem prever ações individuais ou conjuntas. Ao iniciar a atividade o professor precisa deixar claro aos alunos como ela deve ocorrer e, em sendo o caso, agrupar os alunos para o trabalho coletivo. Para tanto, cuidados também terão de ser tomados com o gerenciamento do espaço escolar: a disposição das mesas e carteiras e dos materiais para a aula não tem papel apenas de organização dos grupos, mas também, e sobretudo, na organização do *trabalho* do grupo. Além disso, uma atividade deve ter tempo para iniciar e acabar: enquanto os alunos e/ou grupos estiverem verdadeiramente envolvidos com a investigação, o tempo pode ser estendido, mas é preciso estar atento para que encerrar uma etapa e iniciar outra quando o trabalho estiver satisfatório para todos.

Ações disciplinares: bastante relacionado ao item anterior, as ações disciplinares estão ligadas à execução das atividades, mas pautam-se em relações interpessoais. Pedir a atenção de todos para uma determinada discussão, informar qual a atividade que será feita, repreender comportamentos inadequados de alunos fazem parte das ações disciplinares da aula. No mesmo sentido, ser claro quanto ao que se pede e se espera dos alunos também é uma estratégia vinculada às ações disciplinares:

muitas vezes os alunos não realizam uma atividade da maneira como se esperava apenas porque não compreenderam o que o professor solicitava. Isso pode ocorrer porque o vocabulário utilizado é desconhecido daquele público ou porque o conhecimento que possuem sobre os materiais à disposição (e o que eles podem fazer) ainda não é suficiente para a investigação.

Motivação: o estímulo para o trabalho com uma atividade pode ser diferente para cada aluno e o professor deve estar ciente disso. Perguntas intrigantes e possíveis de responder com a ajuda dos materiais (experimentais ou bibliográficos) são um elemento de motivação para a investigação. Estas perguntas podem ser o gatilho para a análise, mas também podem ocorrer ao longo dela, como maneira de assegurar o estudo de dados, informações e conhecimentos já existentes. Outra forma de motivação à participação dos alunos ocorre quando as respostas dadas por eles recebem avaliação do professor e são utilizadas na discussão com toda a turma: isso não quer dizer que apenas as respostas “corretas” devam ser esperadas; muitas vezes, um exemplo ainda não tão bem examinado trazido por um aluno pode gerar uma análise mais profunda do fenômeno em questão. No mesmo sentido, a motivação pode ocorrer quando o professor oferece oportunidades para que todos os alunos participem.

Cada um destes propósitos pedagógicos e as ações a eles relacionadas devem auxiliar no desenvolvimento da argumentação, pois estão associados diretamente à criação de possibilidades para que os alunos realizem investigação, interajam discursivamente e divulguem suas ideias.

O outro espectro de propósitos e ações do professor para promover argumentação, associado à epistemologia do trabalho científico, está sintetizado no quadro abaixo. Diferentemente dos propósitos e ações explicitados anteriormente, estes que agora veremos estão intrinsecamente ligadas à construção de um argumento científico. Por assim o ser, alguns passos metodológicos da investigação são ressaltados, como é o caso de: trabalho com dados, informações e conhecimentos; levantamento e o teste de hipóteses; explicitação de variáveis e reconhecimento daquelas relevantes para o problema em foco; construção de relações entre variáveis; proposição de justificativas; proposição de explicações.

Propósitos e ações epistemológicos do professor para promover argumentação	
Propósitos epistemológicos do professor	Ações epistemológicas do professor
Retomada de ideias	Referência a ideias previamente trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos
Proposição de problema	Problematização de uma situação
Teste de ideias	Reconhecimento e teste de hipóteses
Delimitação de condições	Descrição, nomeação e caracterização do fenômeno e/ou de objetos
Reconhecimento de variáveis	Delimitação e explicitação de variáveis
Correlação de variáveis	Construção de relação entre variáveis, construção de explicações
Avaliação de ideias	Estabelecimento de justificativas e refutações

As relações propósitos-ações merecem ser mais bem trabalhadas abaixo:

Retomada de ideias: é uma estratégia para o levantamento daquilo que já se tem como alicerce para as discussões que vão ocorrer e nisso reside sua importância. É

uma maneira de o professor iniciar o trabalho de organização de informações e tomada de consciência sobre dados à disposição.

Proposição de um problema: uma vez que materiais, dados ou informações já fazem parte do conhecimento dos alunos, a proposição de um problema atua como gatilho para a investigação. Vale mencionar que, em muitos casos, para que a investigação possa trazer resultados mais consolidados do ponto de vista do argumento em construção, outras perguntas podem ser feitas associadas ao problema central.

Teste de ideias: o teste pode ocorrer de maneira empírica ou hipotética. Ele está associado ao problema proposto pelo professor, mas vai além dele: é um incentivo a que os alunos coloquem em prova ideias que apresentam para a solução do problema. Muitas vezes aparece como uma condição do tipo e se...

Delimitação de condições: trata-se da descrição e nomeação de ações realizadas e efeitos obtidos. Sua importância sustenta-se na necessidade de que as ações sejam construídas ou reconstruídas mentalmente, o que possibilita a tomada de consciência sobre as condições em torno do fenômeno em investigação.

Reconhecimento de variáveis: é um passo posterior ao reconhecimento das ações realizadas. Agora o que está sendo reconhecido são as variáveis que atuam no fenômeno e relevantes para a sua compreensão.

Correlação de variáveis: uma vez que as variáveis foram explicitadas, inicia-se a construção de relações entre elas: de que modo a alteração em uma afeta a outra. Pode ser um passo para a avaliação das variáveis anteriormente delimitadas, auxiliando a definir quais são as variáveis, de fato, relevantes. Aqui começam a ser construídas as explicações para o fenômeno.

Avaliação de ideias: construídas as relações entre as variáveis, a análise das condições limites em que certas reações ocorreriam em decorrências de certas ações permite avaliar o que foi proposto. Este movimento de encontrar os limites por meio da avaliação contribui para o estabelecimento de justificativas e de refutações para a explicação dada.

Exemplos da sala de aula

Para discutir o que foi até aqui exposto, traremos dois exemplos ocorridos em sala de aula do Ensino Fundamental de escolas públicas. Escolhemos atividades diferentes, com a semelhança de serem propostas investigativas e assim terem sido colocadas em práticas pelas professoras. Apresentaremos transcrições das aulas gravadas, selecionando momentos que ilustrem os propósitos e as ações das professoras.

Os nomes dos alunos foram alterados para manter a privacidade e a coleta de dados ocorreu seguindo pressupostos éticos no que se refere à concessão do direito de uso de imagem e áudio para estudos.

Exemplo 1: Atividade experimental

Selecionamos uma aula cujo tema em investigação são as sombras. Trata-se de uma atividade que permite a discussão sobre a tridimensionalidade do cone de sombra e, portanto, importante para que possam ser discutidos fenômenos ligados à ausência de luz como, por exemplo, os eclipses ou a noite.

Para esta atividade são necessários o seguinte kit de material para cada grupo (de 4 a 5 alunos): luminária, anteparo a ser colocado em frente à luminária, mesa em que a luminária será presa, blocos de isopor ou de montar em grande quantidade.

INSERIR IMAGEM DO MATERIAL E DO ARRANJO EXPERIMENTAL

A aula ocorreu em uma escola pública estadual da periferia da cidade de São Paulo e a turma era composta por alunos entre 9 e 11 anos de idade, cursando a antiga 4ª. série do Ensino Fundamental (atual 5º. ano)¹. A atividade começa com os grupos formados e o seguinte problema a ser investigado: *colocar todas as peças dentro da sombra*.

Inicialmente, os alunos tentam obedecer ao contorno da projeção formada no chão e inserir o maior número de peças possível ali. Neste movimento de colocar e organizar as peças, vão percebendo que a sombra é mais do que apenas a projeção no chão e começam a empilhar as peças. Ao final deste trabalho inicial com o material, os alunos terão colocado as peças umas sobre as outras e obterão um cone de peças sob a sombra.

Abaixo, reproduzimos um trecho inicial desta aula: exatamente o momento em que a professora apresenta os materiais e propõe o problema para a turma resolver:

Turn	Falas transcritas	Descrição
01	Professora: Aqui nós temos uma luminária, tá... e aqui nós temos um pequeno suporte, que ele vai ser acoplado a ela. Vai ser colocado assim... ó... e nós vamos fazer um experimento, com cubos, triângulos, figuras geométricas. Aí eu vou propor um problema pra vocês e vocês em grupo vão solucionar. (...)É pra tocar mesmo, é pra pegar, é pra por a mão... pode senti-las, tá bom?	Professora apresenta os materiais aos alunos: luminária, suporte e peças coloridas. A professora distribui os materiais aos alunos.
02		Alguns membros do grupo começam a empilhar as peça, uma sobre as outras. Outros, desenrolam o fio da luminária. Os alunos trocam as peças entre eles, observam as dimensões e as cores das mesmas.
03	Professora: Nós vamos ligar as luminárias. (...) Como é a nossa experiência esta manhã? Nós vamos ligar a luminária, tá. E vocês vão ter ... que colocar todas as peças que a professora colocar na mesa de vocês, dentro da luz ... é dentro da luz?	<i>Professora fala enquanto escreve o problema na lousa.</i> Neste instante é possível ouvir vários alunos lendo a frase em voz baixa.
	Aluno7: Não... é dentro da SOMBRA...	
05	Professora: Há:: ... é dentro da sombra, olha lá. Então vai ter que tá ... arrumar um jeito de colocar todas as peças, tá. E elas vão ter que ficar debaixo (...) Qual foi a proposta?	Professora aponta para a palavra 'sombra' escrita no quadro. Professora faz movimentos com as mãos para cima e para baixo
06	Alunos: ... dentro da sombra.	
07	Professora: Da sombra... ela vai ter que ficar ali... e não vai poder ficar nenhuma fora. Nós vamos utilizar a cartolina para que fique mais claro e vocês vão ficar colocando... certo? Dentro da sombra.	

¹ Esta atividade foi analisada na dissertação de Locatelli (2006). Os dados aqui utilizados foram obtidos nos anexos de seu trabalho.

Um primeiro olhar para este momento pode destacar a grande predominância de falas da professora. Isso evidencia que os alunos ainda estão sendo informados sobre a aula e convidados a participarem da atividade.

Ainda que estes dados não nos permitam ter acesso a informações sobre o planejamento da aula, podemos inferir algumas ideias quanto aos demais propósitos pedagógicos para a argumentação.

Logo no início da transcrição, a primeira fala da professora mostra a *organização para a atividade*. Isso fica evidente quando a professora apresenta aos alunos os materiais e sugere a eles que manipulem os mesmos.

Na sequência, ela diz: “*Nós vamos ligar as luminárias (...) Como é nossa experiência esta manhã? Nós vamos ligar a luminária, tá. E vocês vão ter que colocar todas as peças que a professora colocar na mesa de vocês dentro da luz... É dentro da luz?*”. Aqui percebemos um hibridismo nos propósitos da professora, pois esta fala tanto retrata a *organização para a atividade*, as *ações disciplinares da atividade*, pois trata-se tanto da divisão de tarefas quanto da proposição de ações a serem realizadas e do problema a ser investigado, mas também a *motivação* que fica evidente no momento em que, já tendo escrito o problema na lousa, convida os alunos a ajudarem-na na apresentação oral do mesmo.

No turno 05, a professora novamente demonstra o propósito *ações disciplinares*, pois ela recoloca o problema usando uma linguagem mais simples: uma tentativa de assegurar que todos compreendam o que é preciso fazer.

Isso continua a ser feito no turno 07, com o acréscimo, neste momento, de instruções práticas ligadas ao material (“*Nós vamos utilizar a cartolina para que fique mais claro...*”, o que evidencia cuidados com a *organização para a atividade*).

A professora então deixa os alunos trabalharem em grupo, estando atenta ao que é feito por cada um deles. Quando percebe que os grupos conseguiram resolver o problema com o uso dos materiais, tem-se início outra parte importante da aula: a discussão sobre o que foi realizado e a construção de explicações para o problema resolvido.

A discussão tem início nos turnos destacados abaixo:

	Falas transcritas	Descrição
136	Professora: Bom, neste momento, a professora vai passar recolhendo o material. Podem ficar sentadinhos, depois a gente vai dar uma afastadinha nas carteiras, pra gente discutir...	
		Os alunos auxiliam a professora, guardando o material. Neste instante a classe fica agitada, alguns alunos conversam alto.
137	Professora: 1, 2, 3. Ouvindo a professora agora. Nós até agora fizemos tudo direitinho e bonitinho. Precisa tumultuar nesse momento? (1)	(1) todos os alunos, sentam-se em suas carteiras.
138	Alunos: Não!	
	Professora: Então vamos esperar, nós vamos tirar o material, ninguém vai ficar sentado. Nós vamos afastar as carteiras e nós vamos sentar no chão. Todos juntos, pra gente bater um papo legal.	

O turno 136 retrata o propósito da professora com a *organização para a atividade*: arrumar e guardar o material utilizado é importante não apenas para manter a ordem da sala como também é uma maneira de garantir que os alunos participem da discussão, pois, do contrário (com os materiais ainda ao seu alcance), poderia haver dispersão entre os alunos devido ainda à manipulação dos materiais. Outra ação que caracteriza a *organização para a atividade* neste momento é a orientação da professora sobre a organização espacial: “*Podem ficar sentadinhos, depois a gente vai dar uma afastadinha nas carteiras, pra gente discutir...*”.

Em seguida, ainda procurando atenção para a discussão que vai se iniciar, a fala da professora demonstra uma ação disciplinar: “*1, 2, 3. Ouvindo a professora agora. Nós até agora fizemos tudo direitinho e bonitinho. Precisa tumultuar nesse momento?*”. Esta fala é um exemplo de *ação disciplinar*.

No último turno selecionado aqui, a professora continua a *organização para a atividade* mais uma vez solicitando aos alunos ajuda para a distribuição espacial e, ao mesmo tempo, ao dizer “*todos juntos, para gente bater um papo legal*”, ela intenciona a *motivação* dos alunos para a atividade que se inicia.

A observação destes momentos da aula deixa claro instantes em que a professora está mais preocupada com tornar o espaço escolar adequado e favorecer o trabalho dos alunos. Estes propósitos podem parecer pouco relacionadas ao desenvolvimento da argumentação em sala de aula, mas se forem executadas, o envolvimento e as interações entre alunos e professor podem não estar garantidos, o que, invariavelmente, comprometeria o desenrolar das discussões.

Exemplo 2: Leitura de texto

A aula selecionada para ilustrar nossa proposta integra uma sequência de ensino em que os alunos investigam condições para a flutuação de corpos na água. Eles já haviam realizado uma atividade experimental em que era preciso construir um barquinho que, colocado na água, pudesse carregar o maior número de pecinhas sem afundar (Carvalho *et al*, 1998); e também realizado uma atividade de comparação entre imagens de diversas embarcações com o objetivo de explicitar semelhanças e diferenças entre elas.

A aula gravada e transcrita ocorreu em uma escola pública estadual da cidade de São Paulo, em uma turma de antiga 3^a. série do Ensino Fundamental (atual 4^o. ano) em que os alunos tinham idades entre 9 e 10 anos.

O texto a ser lido traz como temática principal o uso de água de lastro em embarcações como forma de manter a estabilidade independentemente da carga presente.

Turno	Falas transcritas
1	Professora: A gente vai trabalhar hoje com um texto e conversar um pouquinho sobre o que a gente fez ontem, lá no laboratório... (Pausa. Conversas e barulhos dos alunos) Quem quer lembrar pra mim o que foi que a gente fez ontem lá no laboratório? Levanta a mão quem quiser falar. Vamos ver. Luciano?! O que que a gente fez, Luciano?
2	Luciano: A gente falou assim... Qual é a...
3	Professora: Peraí! Só um minutinho, Luciano. Quem que tá fazendo esse barulho de passarinho cantando? Agora a aula já começou, tá bom?
4	Francisco: Professora, professora! Posso trocar de mesa? Essa tá balançando.
5	Professora: Pode trocar de carteira. (a professora espera até que o aluno faça a troca) Pronto, Francisco? Obrigada. Então, o Renato e o... Lucas. Agora já deixou o passarinho lá

	fora.
6	Renato: Eu não tava.
7	Professora: Você não tava assobiando? Era só o Lucas? Então o Lucas já entendeu, não é, Lucas? Então vamos lá, Luciano. E depois o Daniel quer falar também. O que que foi que nós fizemos ontem?
8	Luciano: A gente, a gente discutimos as diferenças e as semelhanças de um, de um barco para o outro.
9	Professora: (concordando) De uma embarcação para outra. Daniel.
10	Daniel: É... A gente também... falou é... o barco que cada um, que cada um trouxe.

A primeira fala da professora já é bastante rica em relações aos propósitos por ela explicitados. Podemos encontrar indícios tanto em relação aos propósitos pedagógicos quanto aos epistemológicos.

No que diz respeito aos propósitos epistemológicos, percebemos o esforço da professora em iniciar a *retomada de ideias* quando solicita aos alunos que contem o que foi feito na aula anterior. A maneira como esta colocação é feita também pode ser encarada como um propósito pedagógico de *motivação*, pois trata-se de um estímulo à participação dos alunos na discussão da aula que se inicia. Um outro ponto que chama a atenção nesta fala da professora é o seu dizer: “*Levanta a mão quem quiser falar*”, ilustrando o propósito de *ação disciplinar*, em uma organização da dinâmica que espera transcórrer.

As *ações disciplinares* ficam ainda mais explícitas nos turnos que se seguem, quando a professora chama a atenção de alunos e permite reacomodação de um estudante devido a problemas com sua carteira. É o início da aula e daí a importância de que estas ações sejam tomadas neste momento: realizadas agora, uma discussão importante provavelmente não precisará ser interrompida no meio da aula para providências como estas.

No turno 7, além deste cuidado com a questão disciplinar, a professora volta a indagar os alunos sobre a aula anterior em clara demonstração de um propósito epistemológico com a *retomada de ideias*. Esta retomada é importante pois servirá como base para as discussões que se iniciam nesta aula e isso torna-se real por meio das respostas dadas pelos alunos (turnos 8 e 10) destacando evidências obtidas na atividade da aula anterior.

A professora volta então a questionar os alunos, conforme podemos observar nos trechos abaixo:

Turno	Falas transcritas
11	Professora: Cada um trouxe uma figura diferente, não foi? Um barco diferente, uma embarcação diferente, e aí, nos grupos, vocês conversaram sobre as diferenças e sobre as semelhanças, não é? Tinham muitas diferenças de um pro outro?
12	Tadeu: Não.
13	Daniel: Dependia de cada barco, do barco que cada um tinha trazido.
14	Professora: (concordando) Dependia do barco que cada um trazia. Tinha muita coisa parecida entre uma embarcação e outra?
15	Luciano: Tinha.
16	Igor: Tinha.
17	Professora: E o que que vocês notaram de diferente nas embarcações que vocês estavam trabalhando ontem. (chamando a atenção de uma aluna) Raquel! O que foi que vocês viram de diferente? (pausa. Só um aluno tem a mão levantada) Só o Luciano?! (outros alunos levantam as mãos) Igor! Vamos lá!

18	Igor: Porque assim: um tinha, um tinha vela e o outro não tinha; um era de aço e o outro era de madeira.
19	Professora: (concordando) Ah! O material então: um tinha vela, o outro não tinha; outro era de metal, o outro era de madeira. Que mais que vocês viram de diferença? Quem quiser falar, tem todo o direito de levantar a mão e esperar a sua vez. Vamos lá, Renato!

A partir das informações lembradas pelos alunos, a professora inicia com eles o trabalho para a análise de condições e variáveis. Em termos epistemológicos, trata-se de um momento crucial para a investigação, pois é quando se estuda quais as ações e/ou influências para a ocorrência de um fenômeno.

Entre os turnos 11 e 16, as interações entre professora e alunos mostram a *delimitação de condições* que, neste caso, se restringe ao fato de que a depender da figura da embarcação trazida pelos grupos, poderia se identificar as semelhanças e as diferenças entre elas. O que está implícito nestas falas é o formato da embarcação e a função que elas tem, mas estes nomes somente aparecerão na sequência das discussões.

O turno 17 mostra cuidados da professora com as duas esferas: a pedagógica e a epistemológica. Ao perguntar: “*E o que que vocês notaram de diferente nas embarcações que vocês estavam trabalhando ontem. (...) O que foi que vocês viram de diferente?*”, a professora trabalha com a delimitação de condições, uma vez que seu objetivo é o de que os alunos descrevam e caracterizem o estudo previamente realizado. Na sequência, diante do fato de que apenas um aluno está com sua mão levantada, solicitando a permissão para falar, a professora diz: “*Só o Luciano?! (outros alunos levantam as mãos) Igor! Vamos lá!*”, e aqui fica registrada um propósito pedagógico com a *motivação* aos alunos para a participação na discussão.

Após a resposta dada pelo aluno, no turno 19, a professora diz: “*Ah! O material então: um tinha vela, o outro não tinha; outro era de metal, o outro era de madeira. Que mais que vocês viram de diferença?*”. Neste momento, percebemos que a professora volta a fazer uso de *motivação*, pois aceita a idéia do aluno e a divulga para toda a sala. Outro ponto marcante nesta sua fala é a sistematização feita em relação ao que o aluno disse: a professora usa a palavra “*material*” para se referir às características descritas pelo aluno e, ao explicitá-las uma a uma, percebemos o esforço no *reconhecimento de variáveis*, pois ela confere às condições descritas pelo alunos o *status* de fatores que influenciam para o fenômeno.

Os alunos continuam a descrever características e, com a ajuda da professora e dos colegas, as condições vão se tornando variáveis do problema. São destacadas as variáveis: material, formato e função das embarcações. Com isso estabelecido, a discussão segue no seguinte sentido:

Turnos	Falas transcritas
35	Professora: Bem largo é o que você quer dizer? Vocês viram? Todo mundo que encontrou as diferenças, percebeu isso que o Rogério falou? Que os barcos de carga, os navios que transportam carga eles são mais largos ; já os que transportam pessoas, os transatlânticos, os cruzeiros, por exemplo, eles eram mais altos. E por que que precisa ser assim? Daniel.
36	Daniel: Pra, pra, pro barco que transporta pessoa tem que ser maior pra caber mais pessoas. E o que transporta carga tem que ser maior, mais largo pra caber mais carga.
37	Professora: (concordando) Pra caber mais carga? Por que, Igor?
38	Igor: Por causa que o de, é, o transatlântico, ele precisa ser mais comprido (faz gesto em formato de cone para cima) para caber todo mundo, que os passageiros têm bastante coisas. O de carga, ele é mais largo (faz gestos planos da direita para a esquerda) pra gente botar a carga em cima dele, pra, pra...
39	Professora: Pra ter bastante espaço pra colocar as cargas, é isso? O que que você acha,

	Davi?
40	Davi: O de carga, se você colocasse, se ele fosse alto e a gente colocasse uma carga em cima da outra, podia desequilibrar aquele barco e afundar.
41	Professora: (concordando) E afundar. Isso que o Davi tá falando é bem importante. Quer dizer: o de carga, ele é mais largo porque a gente espalha a carga pelo navio e ele consegue carregar mais, não é? Se a gente colocar uma carga em cima da outra (problema na captura de áudio) em um só lugar do navio, o que que vai acontecer?
42	Léo: Virar.
43	Professora: Podia afundar. Podia desequilibrar e daí e não dar. Fala, Daniel.
44	Daniel: Por isso que navio de carga tem (problemas com áudio) pra caber a carga.
45	Professora: (concordando) Pra caber e pra já deixar a carga equilibrada. Fala, Davi.
46	Davi: inaudível
47	Professora: Ah, entendi! Eu tava pensando aqui uma coisa: um barco que transporta pessoas, ele é alto (problemas com a captura de áudio) ele tá com a capacidade total dele de pessoas lá, todo mundo naquele navio de pessoas. Não corre o risco de afundar por causa do excesso de peso?
48	Alunos: Pode.

A fala da professora no turno 35 começa com uma *motivação* uma vez que aceita a idéia do aluno e faz uso dela para continuar a colocar questões à turma: “*Que os barcos de carga, os navios que transportam carga eles são mais **largos**; já os que transportam pessoas, os transatlânticos, os cruzeiros, por exemplo, eles eram mais altos. E por que que precisa ser assim?*”. Ainda fica claro o propósito epistemológico da professora em realizar o *correlação de variáveis*, pois ela associa o formato e a função das embarcações solicitando aos alunos que analisem o entrecruzamento delas.

No turno 36, o aluno Daniel esboça a primeira correlação e a professora, na sequência pede que o teste das ideias seja feito ao dizer: “*Para caber mais carga? Por que?*”.

Os alunos vão explicitando sua compreensão e construindo o entendimento e a professora inicia o trabalho epistemológico com a *avaliação de ideias* que fica bastante nítido em falas como a do turno 41: “*Quer dizer: o de carga, ele é mais largo porque a gente espalha a carga pelo navio e ele consegue carregar mais, não é? Se a gente colocar uma carga em cima da outra em um só lugar do navio, o que que vai acontecer?*”.

Neste momento, a correlação entre as variáveis formato e função começam a ser investigadas tendo em vista a necessidade de distribuição de carga, o que permitirá aos alunos a construção de uma explicação mais completa sobre o porquê de cada tipo de embarcação ter características estruturais diferentes de acordo com a função que exercem.

É interessante mencionar ainda que toda esta discussão aqui analisada ocorreu antes mesmo do início da atividade central desta aula: a leitura do texto. Sendo assim, podemos afirmar que este momento inicial é ele todo apoiado em propósitos pedagógicos da professora ligadas ao *planejamento da aula* e às *ações disciplinares*, uma vez que ela esforça-se no sentido de atingir os objetivos para com esta atividade tendo que, para tanto, organizar a discussão de modo que a proposição do problema esteja claro para toda a turma.

Considerações finais

A investigação como prática comum da comunidade científica foi trabalhada neste capítulo enfatizando, essencialmente, como a abordagem metodológica investigativa em sala de aula possibilita as interações discursivas entre professor e alunos.

Podemos dizer que as interações encontradas contribuem para o objetivo de alfabetizar cientificamente os alunos, uma vez que houve oportunidade de discutir conteúdos científicos, trabalhar aspectos do fazer científico e debater sobre as interrelações entre conhecimentos científicos, tecnológicos, sociedade e ambiente.

A atividade docente é uma atividade complexa por definição. Concilia esferas múltiplas como as pedagógicas, afetivas, administrativas, conceituais e epistemológicas. Em cursos de Pedagogia e Magistério Superior, os aspectos pedagógicos, afetivos e administrativos recebem grande atenção e temos acompanhado um bom sucesso dos professores no que diz respeito ao exercício destas esferas em sua prática docente. Contudo, em se tratando do ensino das Ciências, algumas peculiaridades ligadas a aspectos conceituais e epistemológicos das próprias ciências precisam ser ditos em conta.

Com relação aos aspectos epistemológicos, fundamentamos nossa base na promoção da investigação estimulada pelo professor. Em termos da Ciência como área de proposição de conhecimento da humanidade, há uma grande variedade possível em relação às metodologias utilizadas pelos pesquisadores. Em sala de aula, podemos fazer uso desta diversidade como forma de propor investigação. Assim pensando, uma investigação pode ter início de maneiras distintas, seja por meio de um trabalho com ideias anteriormente discutidas, com a proposição de uma atividade experimental ou mesmo a leitura de um texto. O mais importante é haver um problema a ser resolvido e as condições para isso. O oferecimento de condições, nesta perspectiva, é um processo organizado pelo professor que deve ter ciência das dimensões pedagógicas e epistemológicas.

O hibridismo entre as duas se faz explícito nas análises anteriormente realizadas e fornecem-nos evidências da importância de que objetivos pedagógicos com o ensino das ciências e epistemológicos das ciências sejam trabalhados em conjunto como forma de permitir a investigação em sala de aula, as interações entre alunos e professor e o surgimento da argumentação entre eles.

Referências bibliográficas

- Carvalho, A.M.P., Vannucchi, A.I., Barros, M.A., Gonçalves, M.E.R. e Rey, R.C., **Ciências no Ensino Fundamental – O conhecimento físico**. São Paulo: Editora Scipione, 1998.
- Driver, R., Newton, P. e Osborne, J., Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, 84 (3), p. 287-312, 2000.
- Fourez, G., **Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**, Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.
- Gil Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. e Vilches, A., **¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años**, Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe OREALC/UNESCO Santiago, 2005.

- Hurd, P.D., "Scientific Literacy: New Minds for a Changing World", **Science Education**, v. 82, n. 3, 407-416, 1998.
- Jiménez-Aleixandre, M.P., Bugallo Rodríguez, A. e Duschl, R.A., "“Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics", **Science Education**, v.84, 757-792, 2000.
- Kelly, G. J., Drucker, S., Chen, C., "Students' reasoning about electricity: Combining performance assessments with argumentation analysis", **International Journal of Science Education**, vol. 20, n. 07, p. 849–871, 1998.
- Locatelli, R.J., **Uma Análise do Raciocínio Utilizado pelos Alunos ao Resolverem os Problemas Propostos nas Atividades de Conhecimento Físico**, Dissertação apresentada ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da USP, 2006.
- Lorenzetti, L. e Delizoicov, D., "Alfabetização científica no contexto das séries iniciais", **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, 37-50, março, 2001.
- Millar, R. e Osborne, J., **Beyond 2000: Science education for the future - The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation**, King's College London, School of Education, Londres, 1998.
- Olson, S. e Loucks-Horsley, S. (eds.), **Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning**, Center for Science, Mathematics and Engineering Education, National Research Council, Washington, 2000. Disponível em <http://www.nap.edu>
- Osborne, J., Duschl, R. e Fairbrother, R., **Breaking the Mould? - Teaching Science for Public Understanding**, The Nuffield Foundation, Londres, 2002.
- Sasseron, L.H. e Carvalho, A.M.P., "Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica", **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16 n.1 pp. 59-77, 2011.
- Sasseron, L.H. e Carvalho, A.M.P., "Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo", **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13 n.3 pp. 333-352, 2008.
- Sasseron, L.H., **Alfabetização Científica no ensino Fundamental – Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**, tese apresentada à Faculdade de Educação da USP, 2008.