

A importância de diferentes mediadores na representação de modelos sobre a estrutura descontínua e transformação da matéria

Mauritz Gregório de Vries^{1*} (PG), Agnaldo Arroio¹ (PQ)

¹ Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Avenida da Universidade, 308, São Paulo.
* mauritz.vries@usp.br

Palavras-Chave: Mediação, Modelagem, Descontinuidade da matéria

RESUMO: NESTA INVESTIGAÇÃO BUSCA-SE COMPREENDER A IMPORTÂNCIA DE DIFERENTES MEDIADORES NA TAREFA DE CONSTRUÇÃO E REPRESENTAÇÃO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA, MAIS ESPECIFICAMENTE SOBRE O TEMA ESTRUTURA DESCONTÍNUA E TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA. DESCREVE-SE UMA INTERVENÇÃO CONSTITUÍDA POR UMA SEQUENCIA DE SETE AULAS PARA TRÊS TURMAS DE 1º ANO DE UMA ESCOLA PARTICULAR DA CIDADE DE SÃO PAULO (N=85). NA PRIMEIRA ETAPA ABORDAMOS O CONCEITO DE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E FÍSICAS E NA SEGUNDA A DESCONTINUIDADE DA MATÉRIA E AS SUAS TRANSFORMAÇÕES. ESSA ÚLTIMA ETAPA FOI SUPOSTADA PRINCIPALMENTE POR ATIVIDADES DE PRODUÇÃO E EXPRESSÃO DE MODELOS. A PARTIR DE UMA ANÁLISE QUALITATIVA, SEGUNDO O REFERENCIAL SOCIOCONSTRUTIVISTA, RECONHECEMOS A IMPORTÂNCIA DA SOCIALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EM GRUPOS DE DIFERENTES TAMANHOS, A CARACTERÍSTICA COMUNICACIONAL DO PROCESSO, A VISUALIZAÇÃO DE UM VÍDEO DAS EXPERIÊNCIAS REALIZADAS NO LABORATÓRIO E A NECESSIDADE DE INSTRUÇÕES E QUESTÕES PLANEJADAS PELO PROFESSOR COMO OS MEDIADORES MAIS IMPORTANTES PARA A ATIVIDADE PROPOSTA.

INTRODUÇÃO

A continuidade/descontinuidade da matéria trata-se de uma estrutura conceitual básica no ensino de química (Pozo et al., 1991). O entendimento da temática é central para a construção de explicações sobre a estrutura da matéria e suas transformações físicas e químicas. Os autores apresentam uma revisão da literatura sobre as dificuldades que os alunos de diferentes idades têm com o conceito de matéria descontínua nos ambientes escolares, de modo que foram capazes de sistematizar uma longa e detalhada lista de concepções alternativas sobre o mesmo. Relatamos duas observações importantes: não encontraram diferenças relevantes entre os estudantes que foram instruídos sobre o tema e aqueles que não, especialmente com os mais jovens; não encontraram resultados de que uma vez entendido o tema os estudantes sejam capazes de transpô-lo para outras tarefas.

Dessa maneira, observamos que se encontra muita dificuldade em estabelecer uma aprendizagem significativa do conceito, em parte porque este conhecimento científico é muito conflitante com o conhecimento espontâneo. Diante da complexidade da questão, não se pode alcançar uma meta satisfatória de aprendizagem com um número limitado de aulas, sendo necessário planejar um currículo que possa aumentar a significação em longo prazo.

Neste trabalho buscamos construir e analisar uma atividade que pudesse fazer parte de um currículo voltado à construção desse conhecimento em largo prazo, considerando que aprender é construir, isto é, acessamos o conhecimento com os nossos significados prévios e assim podemos nos envolver em processos de constante formulação e reformulação dos conceitos internos. Ao modificarmos os nossos significados, interpretando o que é novo de uma maneira particular, podemos

estabelecer uma aprendizagem significativa (Coll e Solé, 2009). Portanto, introduzir atividades que proporcionem o protagonismo dos alunos e incentivem a exposição e negociações de significados são fundamentais diante dessa concepção. Uma abordagem prática que contempla tais perspectivas contemporâneas de ensino e aprendizagem trata-se de atividades de construção, expressão, testes e uso de modelos, que visam permitir a aprendizagem de uma ciência mais significativa e consistente (Paganini et al., 2014).

Diante de uma abordagem sobre a descontinuidade da matéria e transformações físicas e químicas com alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola particular de São Paulo, buscamos analisar o processo de construção e expressão de modelos sobre tais conceitos de modo a compreender quais são os principais mediadores que suportam a execução da tarefa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Para fundamentar nossa análise no processo de construção e expressão de modelos nos apoiamos sobre o referencial socioconstrutivista, o qual defende que os processos sociais de comunicação mostram-se fundamentais na construção do conhecimento a nível pessoal. Os processos sociais a que nos referimos são os “interpsicológicos”, situações em que indivíduos estão envolvidos em interações sociais em grupos pequenos, de modo geral em duplas (Wertsch, 1985). É justamente nessas condições que nossos alunos estiveram situados na maior parte do tempo de produção.

Segundo Vygotsky, o desenvolvimento natural está conectado às funções primárias, enquanto o desenvolvimento cultural as transforma em processos superiores. Os quatro critérios que podem caracterizar esse último processo mais desenvolvido são: o controle autônomo do indivíduo sem que necessite imposições do entorno, a realização consciente, a natureza social e o uso de signos como mediadores (Wertsch, 1985). O processo de construção de conhecimento está intrinsecamente ligado a essas características. Dois conceitos são de grande importância para nosso trabalho nessa conjectura: a internalização e a zona de desenvolvimento proximal.

A internalização é concebida como um processo onde certos aspectos da estrutura de uma atividade externa passam a executar-se em um plano interno, não como cópia, mas como o um processo no qual se desenvolve um plano interno de consciência. O autor argumenta que “...toda função psicológica superior foi externa porque foi social em algum momento anterior a sua transformação a uma autêntica função psicológica interna” (Vygotsky, 1981 citado por Werstch, 1985). Assim, o conhecimento se estabelece em práticas sociais com objetivos definidos e os processos sociais são concebidos como aqueles mediados semioticamente, ou seja, indiretos, acessados através do uso de diversificados signos.

A zona de desenvolvimento proximal (ZDP) foi definida como a distância entre “o nível de desenvolvimento real da criança tal e como pode ser determinado a partir da resolução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial tal e como é determinado pela resolução de problemas com a ajuda de um adulto ou em colaboração com seus iguais mais capacitados” (ibíd.). Assim, trata-se de uma zona mais sensível em que se pode realizar a construção do conhecimento, que nos termos de Vygotsky é justamente quando se realiza a transição desde o funcionamento interpsicológico ao funcionamento intrapsicológico. Portanto, é muito

importante entender como se estabelece a relação do indivíduo com o outro que o guia, ou seja, entender que tipos de ajudas são empregadas (Wertsch, 1985).

Alguns autores chegam a definir que ensinar é criar ZDP's e nelas intervir, sendo que dois critérios são essenciais: (i) o professor deve levar em conta os esquema de conhecimento de seus alunos relacionados ao conteúdo de aprendizagem e a partir desse ponto (ii) provocar desafios que os levem a questionar os significados e sentidos com o objetivo de transformá-los (Onrubia, 2009). Desse modo, um processo essencial é a intervenção que o professor planeja para ajudar o aluno a resolver as tarefas propostas, nos colocando a seguinte questão: que tipos de mediações se podem colocar em prática e como estas favorecem a construção do conhecimento? Na literatura a questão aparece de modo muito amplo: os espaços em que se realizam as atividades, o tempo destinado às mesmas, a sequência do conteúdo, os tipos e ordem das atividades, os tipos de materiais para consulta, tamanho e tipo de participação nos grupos, as indicações, sugestões, correções e conselhos do professor, entre outros (ibid.). Estas decisões que devem ser tomadas pelo professor são complexas, pois além do grande número de variáveis, estão intimamente relacionadas entre si. É diante da complexidade da sala de aula que buscamos compreender quais foram os mediadores mais importantes para a execução da atividade de modelagem.

AS FERRAMENTAS PSICOLÓGICAS E A MEDIAÇÃO NAS ATIVIDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM

As ferramentas psicológicas determinam nossa experiência, e assim, nosso pensamento. A ideia central da mediação é que o indivíduo tem acesso ao mundo de maneira indireta, ou seja, mediada (Ferreira, 2014). Alguns exemplos de ferramentas psicológicas são: “a linguagem, vários sistemas para contar, técnicas mnemônicas, sistemas de símbolos algébricos, trabalhos de arte, escritos, esquemas, diagramas, mapas e desenhos mecânicos, todo tipo de signos convencionais, etc.” (Vygotsky, 1981 citado por Werstch, 1985). As ferramentas psicológicas transformam de maneira qualitativa nosso pensamento, de tal modo que muitas teorias contemporâneas do desenvolvimento cognitivo defendem que as formas de mediação progressivamente mais complexas permitem aos indivíduos realizar operações mais complexas e de maneira cada vez mais independente do contexto situacional (Wertsch, 1985). As ferramentas psicológicas são construtos da evolução sociocultural, e como já apresentado pelos argumentos de Vygotsky, antes de nos apropriarmos de uma ferramenta como função no desenvolvimento psicológico, estes instrumentos aparecem aos indivíduos em situações de comunicação. Assim, é mediante seu uso em situações sociais que é possível a sua apropriação (internalização) gradual (ibid.). A comunicação é viável se há um sistema de signos, linguísticos ou não linguístico, de modo que haja significação efetiva, ou seja, generalização (Vygotsky, 2000).

A ELABORAÇÃO DE MODELOS CIENTÍFICOS

A concepção de modelo mais recorrente nos trabalhos de ensino de ciências é que são representações simplificadas da realidade, seja de um objeto, fenômeno ou processo (Sangiogo & Zanon, 2012) e tem como objetivo tornar mais simples a visualização, fundamentar a elaboração de novas tarefas e possibilitar as explicações e previsões (Ferreira & Justi, 2008). Justi (2006) defende uma proposta de ensino baseada na elaboração de modelos. Ainda que não sustente a existência de uma regra específica no processo, sistematiza alguns elementos básicos: (i) ter experiência com o

objeto, (ii) construir um modelo mental com objetivos específicos, (iii) expressar o modelo socialmente, (iv) testá-lo mentalmente ou empiricamente. Nossa análise foi destinada à etapa dada entre a construção do modelo mental e sua expressão social.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa está estruturada no referencial de pesquisa qualitativa. Consolidado na comunidade científica, este pode ser compreendido como um meio para explorar e entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano (Creswell, 2010). Flick (2009) defende que este tipo de pesquisa visa abordar como as pessoas constroem o mundo à sua volta, em ambiente natural e não em contextos especializados como seria em um laboratório, por exemplo. Acreditamos que o pesquisador esteja marcado pela realidade social, toda observação está possuída de uma teoria e a objetividade está delimitada com a relação do sujeito e sua realidade (Chizzotti, 2003), portanto, o diálogo com o nosso referencial teórico é de grande importância na busca de compreender a abrangência e as limitações das análises.

Introduziu-se diferentes ferramentas para a coleta de dados, o que permitiu a triangulação dos mesmos, sendo os mais importantes neste trabalho a descrição do planejamento da sequência didática, a análise das atividades de modelagem desenvolvidas por 35 estudantes que entregaram a maior parte das atividades e das entrevistas realizadas com onze participantes individualmente. As atividades foram realizadas em um total de sete aulas com duração cada de 65 minutos, em uma escola particular da cidade de São Paulo, com o total de 85 alunos do 1º ano do ensino médio com idade média de 15 anos, no segundo trimestre de 2015. Foi assumido o papel de professor-pesquisador durante toda a intervenção.

PLANEJAMENTO BREVE DAS AULAS

As quatro primeiras aulas tiveram uma abordagem diversificada, baseando-se, sobretudo em leitura de textos, atividade experimental, produção de relatório e discussão. Abaixo apresentamos brevemente seu conteúdo, dinâmica e objetivos.

1ª aula – Introduziu-se o tema de transformações físicas e químicas. Através de uma ficha teórica foi apresentada uma introdução sobre as transformações, e então, sistematizada uma diversidade de exemplos, seguido da definição de transformação física ou química. Solicitava-se, em seguida, que os alunos definissem em duplas, outros exemplos apresentados em transformação física ou química. Após término, realizou-se uma discussão com toda a sala com a mediação do professor sobre cada um dos exemplos. O professor solicitava, então, que os alunos construíssem em duplas uma generalização para os conceitos de transformação química e física.

2ª aula – Realizou-se uma aula experimental no laboratório didático. Os alunos se dividiram nas bancadas em grupos de quatro ou cinco alunos e receberam um roteiro com instruções para a realização das experiências e as respectivas observações e registros. Ao total foram realizadas três transformações químicas (queima do bissulfeto de amônio; reação entre nitrato de chumbo e iodeto de potássio; reação entre ácido clorídrico e magnésio) e duas físicas (sublimação e ressublimação do iodo; desidratação do sulfato de cobre). A atividade central dos alunos foi a de registro de suas observações do estado inicial, da transformação e do estado final das

substâncias em cada uma das experiências e estes não tinham acesso prévio à definição de transformação química ou física.

3ª aula – Foi apresentada a proposta da realização de um breve relatório sobre a atividade experimental realizada na aula anterior. Basicamente, era solicitado que os estudantes definissem cada um das transformações vivenciadas em física ou química, sendo que o mais importante do processo era o desenvolvimento dos argumentos que sustentassem a definição elegida. Tal atividade foi realizada em grupo, com os mesmos integrantes da aula experimental.

Nessas três aulas, a definição mais precisa construída conjuntamente foi que “nas transformações químicas havia transformação de uma substância em outra” e “nas transformações físicas a substância era conservada”. Devido aos conteúdos previamente trabalhados no 1º trimestre os alunos recorriam principalmente às propriedades físicas e organolépticas para justificar se havia alteração da substância ou não. Estabelecido tal definição, o professor problematizou a partir da quarta aula as seguintes questões: “O que é uma substância? Como podemos compreendê-la de modo mais profundo?”.

4ª aula – Solicitou-se que os estudantes lessem, em duplas, dois textos do seu livro didático: “Das artes práticas de transformação à Alquimia” e “Dos elementos aristotélicos ao modelo atômico de Dalton” (Santos & Mól, 2010). Ao final da leitura foi realizada uma discussão mediada pelo professor, em que se buscou diferenciar a visão contínua e descontínua da matéria elencando as principais características e modo de interpretar de cada uma delas. Ao final da aula foi argumentado pelo professor de que para prosseguirmos nossos estudos deveríamos assumir uma das duas concepções e negociou-se para que a descontinuidade fosse eleita.

As últimas três aulas tiveram um objetivo mais direcionado. Assumindo a descontinuidade da matéria, como poderíamos explicar e representar os fenômenos vivenciados no laboratório? Para tais atividades suprimimos somente a combustão do bissulfato de amônio devido à complexidade de evidenciar os produtos formados.

Para acompanhar tal dinâmica foi construído o portal virtual “Estudo da estrutura e transformação da matéria” (<http://labiq.iq.usp.br/p/ecq/>) em que, através de diferentes páginas construídas de acordo com a organização lógica do conteúdo, havia a disposição dos estudantes curtas introduções teóricas com textos e imagens, vídeos das experiências (nos vídeos a filmagem é feita com a execução do professor e não dos alunos) e instruções para a modelagem. Para acesso ao portal, foi reservado um computador por dupla de alunos.

5ª aula – Nesta aula, em duplas, os alunos acessaram o portal descrito acima. Os conteúdos de interesse foram a revisão conceitual da descontinuidade da matéria e as orientações de modelagem. Após a revisão foi então disponibilizado papel e lápis de cor para os estudantes iniciarem a representação, individual, dos modelos iniciais em nível de partículas: Atividade 1) um copo com água; Atividade 2) um copo com etanol; Atividade 3) evaporação do etanol; Atividade 4) dissolução de açúcar em água; Atividade 5) dissolução de cloreto de sódio em água.

6ª aula – Propôs-se aos estudantes representarem, em nível de partículas, um modelo para os seguintes fenômenos vivenciados no laboratório: Atividade 6) sublimação e ressublimação do iodo; Atividade 7) a reação de nitrato de chumbo com iodeto de potássio

Organizados em duplas, porém produzindo atividades individuais, tiveram acesso no portal virtual aos vídeos das experiências e às instruções sobre a produção das atividades. Abaixo descrevemos as instruções para a representação do modelo da transformação do iodo, porém o leitor pode ter acesso às instruções das demais experiências no endereço do site apresentado.

“1) Represente, em nível de partículas, o iodo inicialmente; 2) Represente, em nível de partículas, a transformação do iodo durante o aquecimento; 3) Represente, em nível de partículas, a transformação do iodo no resfriamento e, assim, o seu estado final”.

7ª aula – Foi solicitado que os estudantes que não conseguiram terminar as atividades da aula anterior a fizessem e, aqueles que a terminaram, prosseguissem de acordo com a mesma dinâmica das duas aulas anteriores a representação de seus modelos em nível de partículas das seguintes transformações: Atividade 8) aquecimento do sulfato de cobre; Atividade 9) reação entre magnésio e ácido clorídrico. Lembrando que também houve à disposição o acesso aos vídeos e às orientações específicas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme discutido na seção teórica, acreditamos que criar as zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir é uma estratégia fundamental (Onrubia, 2009). O primeiro passo é o de se conhecer ou estabelecer um estado inicial comum, ou seja, a zona de desenvolvimento real dos alunos. Dessa maneira, acreditamos que tenha sido essencial o desenvolvimento das quatro primeiras aulas, pois estas suportaram um conhecimento comum a todos e a construção de uma problemática inicial significativa. Em seguida, o professor deve elaborar atividades que sejam desafiadoras, que não sejam somente aplicações do conhecimento e, portanto, torna-se necessário haver ajudas externas. Neste caso, o desafio proposto foi a construção e expressão de modelos em nível de partículas sobre os fenômenos vivenciados no laboratório, sendo que os estudantes recorreram a diversos tipos de suporte para atingirem o objetivo, ou seja, tal atividade foi mediada e é de nosso interesse compreender quais foram os elementos mais importantes e analisar suas funções.

Foi entregue 85% de todas as atividades propostas (diante de um total de 765 atividades possíveis) e a distribuição da taxa de entrega em relação a cada atividade é apresentada na figura 1.

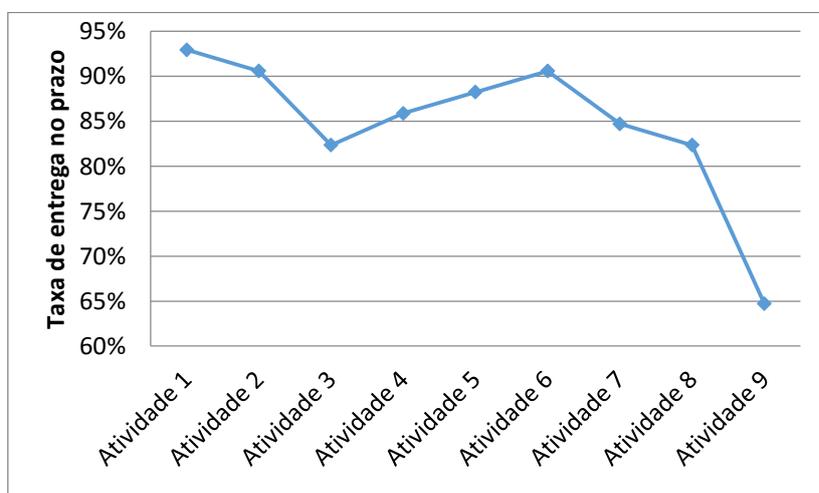


Figura 1 – Gráfico da taxa de entrega dentro do prazo de cada uma das atividades de modelagem.

Os dados indicam que os alunos se apropriaram dos objetivos da atividade, o que é fundamental para o desenvolvimento dos objetivos de ensino e aprendizagem, pois a partir dos processos sociais de comunicação que os processos de internalização são possibilitados de acordo com o referencial socioconstrutivista (Werstch, 1985).

A 5ª aula tratou-se da primeira vez que a atividade de produção e expressão dos modelos foi proposta. Sendo assim, consideramos um momento muito rico de análise, pois os alunos apresentaram dúvidas em nível fundamental. Como defendido por Vygotsky, as ferramentas culturais são constructos da evolução sociocultural e, assim, não poderia ser descoberto pelos alunos.

Primeiramente, mostrou-se muito importante o primeiro exemplo ser algo do qual grande parte dos alunos já tivesse maior contato a partir de suas vivências para que pudéssemos ter um passo inicial a ser trabalhado, nesse caso, foi escolhida a representação da água. Essa presunção foi confirmada a partir de diversas atividades que apresentavam informações não debatidas, como a fórmula química " H_2O " (figura 2.a). Porém, a partir de representações como estas que surgiam, era possível, por exemplo, negociar que as demais substâncias e materiais não fossem apresentados de maneira complexa. Caso falássemos de etanol, buscaríamos representar partículas "simples" de etanol (figura 2.b), caso fosse açúcar, idem.

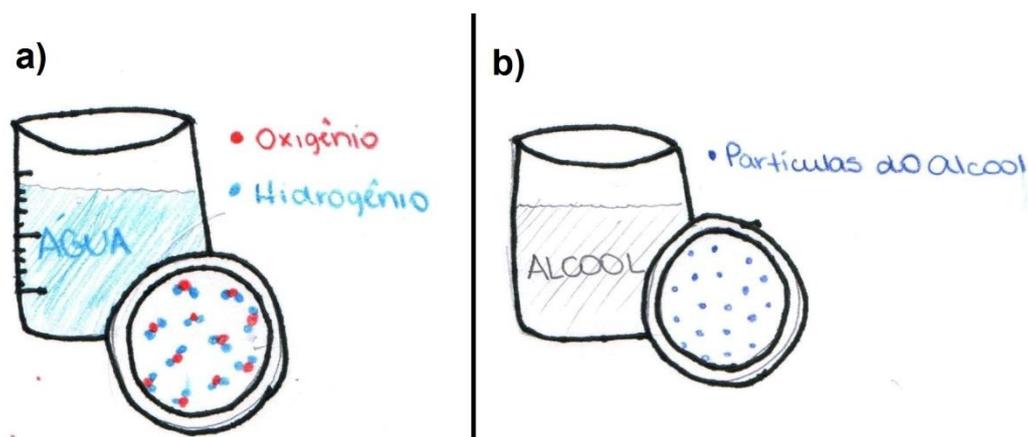


Figura 2 – a) Representação em nível contínuo e descontínuo da água, sendo as partículas representadas por " H_2O ". b) Representação em nível contínuo e descontínuo do etanol, sendo as partículas de etanol representadas de modo "simples".

Defendemos, portanto, que a realização de uma atividade era de grande colaboração na mediação do professor para incentivar e indicar como se realizar as demais. Tal processo se estendeu às demais aulas, como voltará a ser discutido. Em relação à atividade 9, única com taxa de entrega abaixo de 80%, acreditamos que além da complexidade da mesma influenciar o resultado, o tempo de execução destinado foi insuficiente, pois observou-se que na sexta aula foi necessário destinar tempo a alguns alunos para a completude das atividades da quinta aula, caso que se repetiu na sétima aula quanto às atividades da sexta.

A seguir, apresentamos dados qualitativos de cada uma dessas produções seguidos de uma breve análise. Definimos os seguintes critérios nessa etapa:

- (i) O aluno, em sua representação, representou somente a natureza descontínua da matéria;

- (ii) O aluno, em sua representação, representou somente a natureza contínua da matéria;
- (iii) O aluno, em sua representação, representou tanto a natureza descontínua como a natureza contínua da matéria;
- (iv) O aluno, em sua representação, respeitou a conservação qualitativa da matéria.

Na figura 2 apresentamos os dados referentes aos níveis de representação. Foi observado que nenhum aluno se enquadrava no item 2, ou seja, nenhum representou somente a natureza contínua da matéria em sua atividade, portanto os dados são divididos entre aqueles que representaram somente a natureza contínua e aqueles que mesclaram tanto a natureza contínua como a descontínua da matéria.

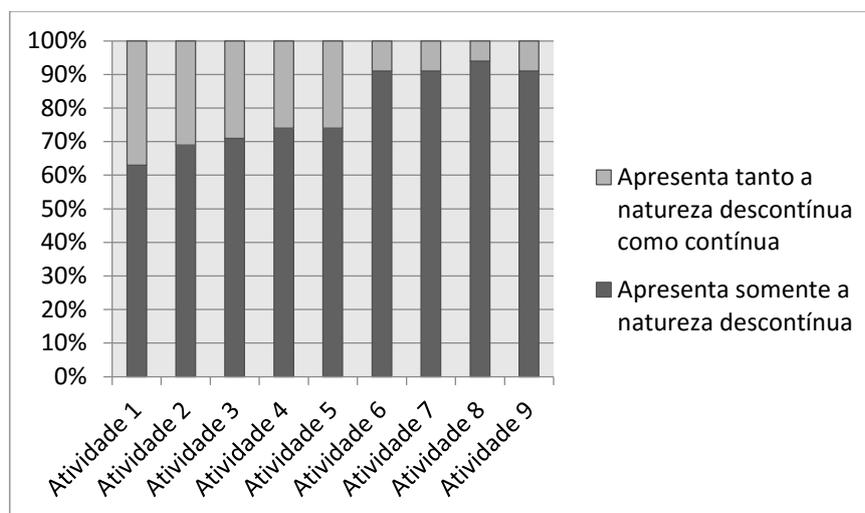


Figura 3 – Gráfico sobre os níveis de representação apresentados em cada atividade.

Em sala de aula os alunos construíam as suas representações em duplas com o suporte das orientações e acesso aos vídeos (nos caso das atividades 6-9). Entretanto, conforme havia mudanças mais significativas nas atividades e os objetivos se tornavam mais complexos, o professor criava grupos de discussão maiores, envolvendo a sala toda. Eram apresentadas diferentes representações produzidas pelos alunos e, a partir delas, discutiam-se aspectos que estavam dentro dos objetivos propostos e aspectos que deveriam ser revistos. Um desses aspectos discutido era o nível de representação, sendo que quando os alunos representavam o nível contínuo da matéria era questionado a sua necessidade, ou seja, não era vetado seu uso, mas sugeria-se nessa discussão que a presença do nível contínuo da matéria era dispensável para o seu êxito. A figura 2 nos indica que os níveis de representação foram cada vez mais se limitando ao uso do nível descontínuo. Portanto, acreditamos que a variação nos tamanhos de grupos seja outro aspecto que potencializa a negociação de significados e de objetivos.

Nossa última análise qualitativa em relação à representação dos modelos se refere à conservação qualitativa nas representações. Apresentamos na figura 3 os resultados em função de cada uma das atividades e, em seguida, discutimos e exemplificamos as atividades que tiveram ou não sucesso.

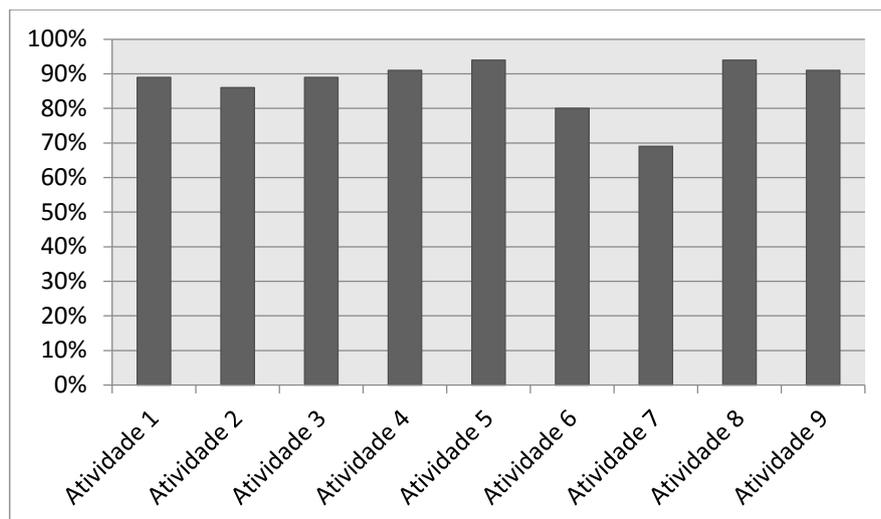


Figura 4 – Atividades entregues que apresentaram conservação qualitativa da matéria.

Alguns dos erros encontrados nas atividades que não respeitaram a conservação qualitativa da matéria foram: o surgimento de novas substâncias nas transformações físicas; as substâncias novas formadas nas transformações químicas serem representadas por novas partículas, ou seja, não são a combinação de partículas dos reagentes (figura 4.a); partículas deixam de ser representadas (figura 4.b).

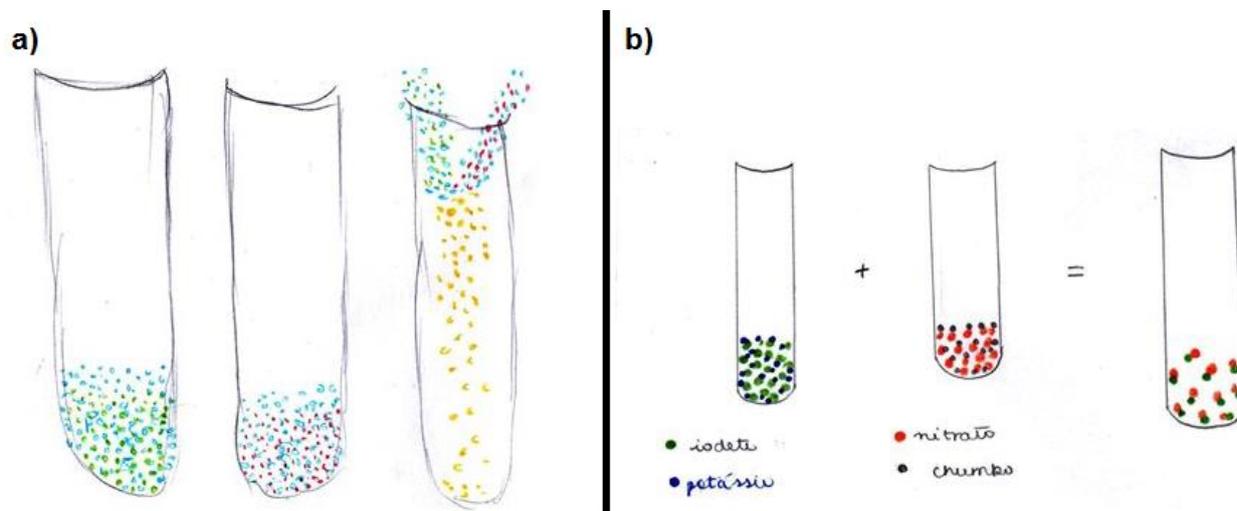


Figura 5 – a) Representação da reação entre iodeto de potássio e nitrato de chumbo em que há formação de partículas novas. b) Reação entre iodeto de potássio e nitrato de chumbo em que há o desaparecimento dos íons espectadores.

Reconhecemos das informações presentes na figura 3 que o mais relevante seja a queda da presença de conservação qualitativa da matéria nas atividades 6, iniciada na 6ª aula, justamente quando se iniciam as representações das transformações físicas e químicas vivenciadas no laboratório. Outro dato interessante, observado na figura 2, é de que há também um aumento significativo da presença de representações que se limitam ao uso do nível descontínuo da matéria. Desse modo, entendemos que os alunos estão, através do desenvolvimento dessas ferramentas psicológicas, buscando realizar operações cada vez mais complexas e distanciando-se do contexto situacional (Wertsch, 1985). Portanto, surgem novos desafios de tal modo

que não é possível realiza-los a partir da simples execução do que já é conhecido, e sim é necessário desenvolver novas habilidades a partir de ajudas externas.

Um suporte novo disponibilizado dessa aula é a visualização de vídeos das experiências. Os mediadores defendidos anteriormente permanecem como centrais, porém surge a possibilidade de analisar como tal ferramenta modifica e, se auxilia, a atividade. Para tentar compreender tal importância recorreremos a algumas das respostas dos estudantes fornecidas nas entrevistas individuais.

“P: Você fez isso assistindo o vídeo, certo? (A1: Uhum) Qual é a importância do vídeo para construir essa representação?”

A1: (Pausa - 6 segundos) Eu acho que... ver a reação do gás para ver que aconteceu alguma coisa estranha

P: Digo, mas a gente fez isso ao vivo né? Aqui mesmo, no laboratório... e depois trouxe o vídeo. Você acha que sem o vídeo daria... lembrando...?

A1: Sim (Pausa). Sim, não acho que me lembrava dos detalhes como eram, mas acho que sim.”

“P: ... em todos esses (atividades 6-9) vocês tiveram o apoio do vídeo... qual que é a importância do vídeo?”

A2: é mais para a gente lembrar o que foi feito e como se deu o experimento porque eu particularmente não me lembrava direito como eram todos os experimentos”

“P: Em sala de aula eu disponibilizei o vídeo da experiência, vamos dizer assim, o vídeo apresentava uma coisa que vocês já tinham feito... foi importante... não foi?”

A3: Acho que foi importante para a gente lembrar passo a passo da experiência. Tinham umas coisas, tipo o experimento não está aqui, mas, por exemplo, o sulfato de cobre a gente não lembrava direito, eu não lembrava direito como tinha sido experimento e foi bom ter o vídeo pra gente... "ah verdade isso aconteceu" né.”

De modo geral, esses alunos deram grande importância à utilização do vídeo porque não tinham uma memória tão precisa no momento de se realizar as atividades de modelagem sobre o que haviam realizado nas aulas passadas em laboratório. Acreditam que seriam capazes de realizar a atividade sem a ferramenta, mas que haveria prejuízo, pois diversos detalhes não poderiam ser retomados ou dúvidas serem esclarecidas.

“P: O vídeo que estava lá você acha que ajudou?”

A8: Acho que ajudou bastante porque quando você vai fazendo experiência no laboratório, você vai de um jeito tão mecânico que só lê as instruções e faz você não está pensando direito.

P: Você não está querendo explicar o que está acontecendo, por exemplo, você está querendo mais...

A8: É, você não consegue distinguir exatamente o que está acontecendo

P: Só sua memória você acha que daria também?

A8: Daria. mas seria mais complicado”

“P: Essas experiências nós fizemos todas no laboratório... Quando eu pedi para vocês representarem, eu forneci o vídeo da experiência de novo, ou seja, vocês já tinham feito, mas eu apresentei o vídeo. Você acha que o vídeo foi importante para alguma coisa ou se a gente tivesse só retomado da memória teria... O que você acha da importância do vídeo?

A11: Eu acho que o vídeo foi importante porque mesmo se a gente tivesse as orientações lá no roteiro a gente vê de novo aquela cena, já deixa mais claro o que realmente a gente tinha feito lá, o que realmente aconteceu sabe, sei lá não ver a gente realmente próprio fazer... tá concentrado lá na hora fazendo sabe, mas ver outra pessoa fazer como é. Foi importante para a gente entender melhor para representar melhor”

Outros estudantes ainda trazem a reflexão de que costumam realizar a experiência de modo mecânico no laboratório, sem o acompanhamento de uma maior reflexão do objetivo de se realizar a partir da mesma. Indicam que existe uma determinada dificuldade experimental que exige a maior parte de sua atenção.

CONCLUSÃO

As atividades de produção e representação de modelos sobre a estrutura e transformação da matéria são processos psicológicos superiores em que as principais características são a consciência do indivíduo no desenvolvimento, a natureza social e o constante uso de signos. Como defendemos, a estratégia de criar ZDP's e nelas intervir é fundamental para a construção do conhecimento e neste processo é possível também analisar a importância das mediações empregadas. Os alunos organizados em duplas colaboram com a característica social do processo durante todo o seu desenvolvimento, porém evidenciamos também a necessidade de grupos maiores para a negociação de significados e definição de objetivos. Na prática, esses grupos maiores se deram pela discussão com toda a turma, mas também não podemos ignorar que as duplas tinham a autonomia de conversar com as demais.

Cada atividade produzida pelos alunos teve forte repercussão no momento de se realizar as negociações discutidas anteriormente. Seja em orientação individual para os alunos repensarem suas próprias produções ou durante discussões mais amplas, essas atividades permitiram o apontamento de problemas e reafirmação de bons exemplos concretos. As instruções e problematizações apresentadas pelo professor são fundamentais para que o processo dos alunos seja de fato consciente, autônomo, de modo que nos pareça ser importante reafirmar que as ações do professor devam ser as mais claras e objetivas possível.

A presença do vídeo das experiências colaborou com a modelagem, uma vez que os alunos assumiram que a sua memória sobre os processos poderia não ser suficiente para o cumprimento de todos os objetivos apresentados, além de que o olhar sobre as atividades experimentais nem sempre coincidem com os seus desdobramentos fora do laboratório, dificuldade explicitada quando alunos assumiram que muitas vezes trabalham de modo mais “mecânico” em situações experimentais. Percebemos, assim, que o vídeo propicia uma maior diversidade de meios que possam

dar suporte ao processo de significação dos alunos, o que acreditamos ser um elemento importante na busca de se atingir uma parcela maior de alunos.

Propiciar aos alunos atividades de modelagem de modo a incentivá-los a comunicar algo a alguém corrobora na criação de situações explicitamente comunicacionais, que possibilitam a transição de um pensamento interpsicológico ao intrapsicológico. Entre outras características importantes, uma que nos parece sobressaltar é a de que nessas situações o professor tem a maior possibilidade de acompanhar e intervir, uma vez que os pensamentos dos alunos são constantemente externalizados.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todos os alunos participantes das atividades e entrevistas realizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chizzotti, A. (2003). A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafio. *Revista Portuguesa de Educação*. 16 (2): 221-236.
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed.
- Ferreira, C. R. (2014). O uso de visualizações no ensino de química e da física: a formação pedagógica dos professores. São Paulo. *Tesis (Doctorado)* – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.
- Ferreira, P.; Justi, R. (2008). Modelagem e o “Fazer ciência”. *Química Nova na Escola*. 28: 32-36.
- Flick, U. (2009). *Qualidade na pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed.
- Justi, R. (2006). La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*. 24 (2): 173-184.
- López, Z. C. (2009). Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia. *Revista Iberoamericana de Educación*. 50(2): 1-10.
- Onrubia, J. (2009). Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir. En: Coll, C. *et al.* (Eds.) *O construtivismo na sala de aula* (123-151) São Paulo: Ática.
- Paganini, P.; Justi, R.; Braga Mozzer, N. (2014). Mediadores na coconstrução do conhecimento de ciências em atividades de modelagem. *Ciência & Educação*. 20(4): 1019-1036.
- Pozo J. I, Wmez, M. A., Limon, M., San, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Sangiogo, F. A.; Zanon, L. B. (2012). Reflexões sobre Modelos e Representações na Formação de Professores com Foco na Compreensão Conceitual da Catálise Enzimática. *Química Nova na Escola*. 34 (1): 26-34.
- Santos, W. L. P.; Mól, G. S. (2013). *Química cidadã*. São Paulo: AJS.
- Solé, I.; Coll, C. (2009). Os professores e a concepção construtivista. En: Coll, C. *et al.* (Eds.) *O construtivismo na sala de aula* (9-29). São Paulo: Ática.
- Vygotsky, L. S. (2000). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.