

Do Senso Comum à Elaboração do Conhecimento Químico: Uso de Dispositivos Didáticos para Mediação Pedagógica na Prática Educativa

Francisco J. Mininel, Regina C. G. F. Di Nardo, Luiz A. A. De Oliveira e Maria E. B. Arnoni

Visando tornar nossas aulas momentos de reflexão e ação pela intervenção pedagógica (mediação), foram utilizados diferentes dispositivos didáticos (vídeos, experimentação, textos de apoio, softwares etc.) e uma proposição metodológica para organizar o conteúdo de ensino. A opção por essa organização metodológica deu-se para que os alunos pudessem manifestar suas ideias prévias (senso comum), permitindo-nos tomar conhecimento de suas concepções acerca do tema em estudo, para problematizá-las, a fim de potencializar e sistematizar os conceitos em estudo e a expressão dos mesmos. Os resultados obtidos indicaram que a mediação pedagógica (relação dialética entre professor e aluno) e a interação entre alunos enriqueceram as atividades da aula, permitindo que os alunos trouxessem à tona os conceitos que possuíam e construísem o conhecimento significativamente, elaborando e testando suas hipóteses, criando estratégias para a solução dos problemas apresentados.

► proposição metodológica, mediação pedagógica, dispositivos didáticos ◀

Recebido em 12/09/2016, aceito em 23/02/2017

339

úmeras pesquisas têm mostrado que o ensino de Química geralmente vem sendo estruturado em torno de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos e contribuem para a desmotivação em aprender e estudar Química (Melo, 2012).

Esse fato requer do professor a ressignificação do conhecimento científico a partir das concepções prévias dos alunos, estimulando-os a participar ativamente na construção de sua aprendizagem, disponibilizando recursos e favorecendo a participação, expressão e a comunicação de todos os alunos, fugindo de posturas autoritárias que o caracterizam como detentor de um conhecimento único, absoluto e inquestionável. Assim, teremos como consequência a superação dos obstáculos epistemológicos e a efetivação da construção do espírito científico, por meio da formação de sujeitos autônomos e críticos (Medeiros et al., 2016).

Atividades elaboradas dentro deste contexto permitem a

O processo de mediação significa a ação que se interpõe entre o sujeito e o objeto do conhecimento. É pela mediação dos recursos sociais que o indivíduo conhece o mundo e constrói sua representação do real (Ribeiro, 2007). Desse modo, o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação deixa então de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento.

interação dialógica entre professor/aluno, com o objetivo de se estabelecer a relação entre o que o aluno já sabe sobre um determinado tema e o conceito pretendido pelo professor, ou seja, partir do senso comum (conhecimento prévio) até o estabelecimento do conceito reelaborado em sua estrutura cognitiva (Ausubel, 1980).

Nesse processo o professor deve atuar como mediador ou facilitador, valorizando a participação ativa do estudante na resolução de situações problemáticas, possibilitando-o predizer respostas, testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares, podendo atingir a compreensão de um conteúdo (Marcondes e Suart, 2009).

O processo de mediação significa a ação que se interpõe entre o sujeito e o objeto do conhecimento. É pela mediação dos recursos sociais que o indivíduo conhece o mundo e constrói sua representação do real (Ribeiro, 2007). Desse modo, o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação deixa então de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento. Entende-se por relação direta, a relação do

sujeito com o objeto real, concreto. Relação mediada é o conhecimento desse objeto de significação através de seus significantes simbólicos, os signos/palavras. Poderão ser mediadores na prática pedagógica, além da função simbólica, os colegas, os professores e também os instrumentos de mediação, os quais denominamos aqui de dispositivos didáticos (Medeiros et al., 2016).

De acordo com Vygotsky, os conceitos espontâneos são adquiridos naturalmente enquanto os conceitos científicos são de modo deliberado, intencional e sistematizado. É nas interações com os outros que o sujeito vivencia processos de internalização dos conhecimentos (Vygotsky, 2001). Assim, o conceito de mediação é uma contribuição fundamental da Teoria de Vygotsky.

Em vista do exposto, entende-se que o professor deve assumir o papel de organizador, escolhendo situações adequadas para abordar conceitos e o maior número de capacidades; sugerindo aos alunos informações, selecionando e reformulando tarefas de acordo com a realidade dos alunos, encorajando-os, proporcionando contato com conceitos e promovendo a construção de novos conceitos.

Também, orientando pesquisas bibliográficas, adequando os problemas com uma linguagem clara, avaliando o processo e organizando o trabalho em sala de aula de maneira adequada (Lopes, 1994).

Metodologia

Este trabalho está ancorado em três suportes: (a) **Fundamentos teóricos**, (b) **Proposição metodológica para o ensino** e (c) **Proposição avaliativa processual**, a fim de possibilitar o acompanhamento, a observação e a constatação da mudança de concepção dos alunos no decorrer do desenvolvimento dos temas, em especial, nas atividades finais. Como suporte teórico são utilizadas duas áreas do conhecimento: conceitos pedagógicos e conceitos químicos.

Os conceitos pedagógicos foram selecionados da *Teoria da Aprendizagem Significativa* de Ausubel e o *Sociointeracionismo* de Vygotsky. Da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel foram selecionados conceitos como, por exemplo, os *subsúncos*, *estrutura cognitiva hierarquizada* e *organizadores prévios* (Ausubel, 1976). O subsunção é uma estrutura específica na qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias do sujeito (Ausubel, 1973). De acordo com este autor, o termo estrutura cognitiva refere-se à organização de ideias na mente de um indivíduo de maneira hierarquizada, podendo ser representada por uma pirâmide, na qual as ideias mais gerais, amplas e inclusivas,

ocupam o topo e as menos gerais e as informações específicas formam a base.

Desse modo, considera-se que o conhecimento do senso comum reflete o conhecimento prévio, podendo auxiliar o professor na sua prática pedagógica (Carvalho et al., 2007). De acordo com as Teorias Cognitivistas de Ensino e Aprendizagem, como a de Ausubel, é necessário ter noção do conhecimento prévio do público alvo para a realização de uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1976).

Assim, uma das formas de favorecer a ocorrência de aprendizagem significativa é partir de ideias relevantes de caráter geral, amplo e inclusivo, existentes na estrutura cognitiva do aluno, e diferenciá-las progressivamente (*diferenciação progressiva*), modificá-las de maneira a chegar a ideias mais específicas, através da interação entre a já existente e as novas informações. Outra forma, seria favorecer a integração de ideias específicas a uma ideia mais ampla, geral e inclusiva, através da *reconciliação integrativa* (Gepeq, 1993).

Nesse contexto, os organizadores prévios também podem servir como ativadores de subsúncos que não estavam sendo usados pelo estudante, entretanto

que estão presentes na sua estrutura cognitiva. Os organizadores prévios podem se apresentar sob a forma de textos, filmes, esquemas, desenhos, fotos, perguntas, mapas conceituais, entre outros, que são apresentados ao estudante, em primeiro lugar, em nível de maior abrangência, permitindo a integração dos novos conceitos aprendidos, tornando mais fácil o relacionamento da nova informação à informação pré-existente (Gepeq, 1993).

Os conceitos químicos foram selecionados das diferentes áreas da Química. Como suporte metodológico, houve a utilização de conceitos pedagógicos na elaboração de uma *proposição metodológica* para o ensino dos conceitos químicos, empregando diferentes *dispositivos didáticos* para organizar os conceitos e estabelecer a relação de mediação dialética entre o professor e o aluno, em situação de aula. *Dispositivos didáticos*, nesse trabalho, devem ser entendidos como todos os recursos usados com o propósito de levar o aluno do senso comum ao conceito científico.

Como proposição avaliativa processual temos as questões prévias à aplicação das atividades (*dispositivos*) para resgatar os conhecimentos iniciais (*conhecimentos prévios*) dos alunos. Ao final, foram feitos questionamentos posteriores à aplicação das atividades para verificação do real aprendido dos conceitos pretendidos, incluindo a montagem de *mapas conceituais*. Os dispositivos didáticos permitiram o acompanhamento do processo de ensino e de aprendizagem, conforme indicado no fluxograma da Figura 1.

Os alunos participantes deste trabalho são alunos do

Os conceitos químicos foram selecionados das diferentes áreas da Química. Como suporte metodológico, houve a utilização de conceitos pedagógicos na elaboração de uma *proposição metodológica* para o ensino dos conceitos químicos, empregando diferentes *dispositivos didáticos* para organizar os conceitos e estabelecer a relação de mediação dialética entre o professor e o aluno, em situação de aula.

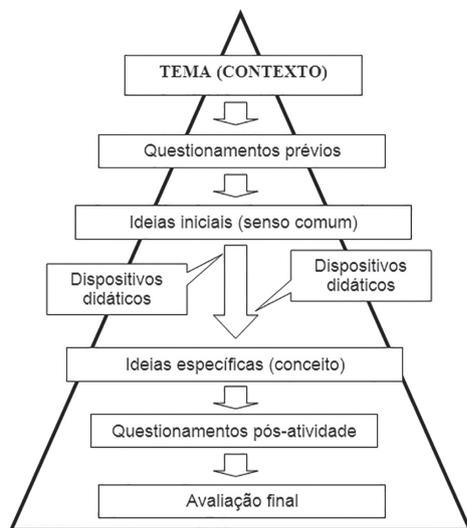


Figura 1: Esquema de organização metodológica (utilização de múltiplos dispositivos didáticos para mediação na prática pedagógica).

professor/pesquisador em uma Escola da Rede Estadual onde o mesmo é professor efetivo da disciplina Química. Inicialmente foram escolhidos “temas” para cada uma das séries (primeiros, segundos e terceiros anos do Ensino Médio) e organizou-se a metodologia, conforme indicado no Quadro 1. O trabalho transcorreu durante um ano letivo, iniciando-se as atividades com os alunos do 1º Ano (fevereiro, março e abril), 2º Ano (maio, junho e agosto), 3º Ano (setembro, outubro e novembro) em horário contrário ao período normal de aula desses alunos. As três séries pertenciam ao período da manhã.

A escola escolhida localiza-se na cidade de Fernandópolis-SP. Por conta da falta de laboratório na escola, o trabalho experimental e coleta de dados foi realizado no laboratório didático de Química de uma Universidade particular da cidade, com a qual se estabeleceu uma parceria extremamente importante para concretização dos objetivos desse trabalho. As atividades foram realizadas com os alunos do período da manhã, uma vez que os alunos do noturno não aderiram ao projeto por motivos de trabalho.

Quadro 1: Temática discutida em cada série e metodologia comum adotada.

Série (Ensino Médio)	Temática discutida	Metodologia comum adotada para cada uma das séries
1º Ano	“SOLOS”	- Levantamento das ideias prévias dos alunos em relação ao tema; - (<i>Organizador prévio</i>): análise de vídeos do programa TV Escola – Ensino Médio (Brasil, 1994); - Seleção de dispositivos didáticos diversos (experimentos relacionados ao tema); - Mediação do professor (elaboração de questões a fim de levar a uma investigação para mobilização de funções e levantamento de hipóteses, previsões).
2º Ano	“ÁGUA”	- Proposição de outros dispositivos didáticos (textos de apoio, pinturas, representação de modelos elaborados através de desenhos, exercícios, outros experimentos complementares etc.); - Confirmação das hipóteses e previsões iniciais e verificação da ocorrência de aprendizagem significativa.
3º Ano	“INTERAÇÃO INSETO- PLANTA”	- Construção de mapas conceituais para acompanhar a aprendizagem (avaliação final).

Os alunos do 1º Ano do Ensino Médio inscritos no Projeto (1º A, 1º B e 1º C), se organizaram em um total de 06 grupos, o qual denominamos (G1, G2, G3, G4, G5 e G6), contendo cada grupo formado, cerca de 06 a 07 alunos. Do mesmo modo, dividiram-se os alunos do 2º Ano em 07 grupos com 04 ou 05 alunos em cada. O 3º Ano do Ensino Médio foi dividido em 04 grupos, com 04 alunos cada.

O trabalho nas diferentes séries tinha início a partir da análise de vídeos do Programa TV Escola MEC, os quais foram denominados de Organizadores (contexto/ motivador inicial). Foram selecionados em diversas fontes experimentos (**dispositivos didáticos**) relacionados com os temas do vídeo assistido. Antes dos alunos assistirem ao vídeo ou realizarem atividades ou experimentos, era feito o levantamento das *ideias prévias* dos alunos em relação aos temas abordados. Nesse processo o professor tinha o papel de mediador, colocando questões acerca do observado, possibilitando aos alunos a interação com os conceitos. As questões para discussão foram elaboradas com o propósito de levar a uma investigação para levantamento de *hipóteses, previsões*, confirmação dessas hipóteses, ou não. Visando alcançar os objetivos, uma série de outros dispositivos didáticos foram propostos (textos de apoio, pinturas, representação de modelos elaborados através de desenhos, exercícios, outros experimentos complementares etc.). Esses eram organizados de modo a permitir a interação entre os alunos (aprendizes) e o professor, alunos-alunos e alunos-dispositivos didáticos.

Resultados e discussão

As atividades com os primeiros anos iniciaram-se a partir da análise do vídeo: “*Pigmentos – Linhas, formas e cores*” – TV Escola – Ensino Médio (Brasil, 1994). Tratava-se de um programa com tema interdisciplinar envolvendo as áreas de Química, Arte e História. Dentro da temática solos realizou-se a “extração de pigmentos para produção de tintas”. Tal atividade foi sugerida pela equipe de professores do vídeo– TV ESCOLA – MEC (Brasil, 1994). Dentro desse

experimento pôde-se trabalhar com conceitos introdutórios importantes dentro da Química, tais conceitos relacionados com substâncias puras e misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, separação de misturas (decantação, filtração etc) e existência de substâncias responsáveis pelas diferentes colorações dos diferentes tipos de solo. Tais conceitos afloravam espontaneamente a partir da execução da atividade e eram sistematizados a partir da visita do professor em cada um dos grupos. Ao final da atividade, os alunos expressaram sua criatividade, pintando telas com a “tinta” produzida a partir do solo, sendo algumas delas mostradas na Figura 2.



Figura 2: Telas produzidas com tinta feita a partir de diferentes tipos de solo.

Em continuidade às atividades experimentais dentro do tema solo, propôs-se a “verificação da condutividade elétrica dos solos” (Pitombo e Marcondes, 1998, p. 39-40). Em relação a esse experimento, trouxemos pronto de antemão, o equipamento para medir a condutibilidade elétrica (um para cada grupo). Cada grupo tinha na sua bancada os diferentes tipos de solo os quais trabalharam na aula anterior, água de torneira e água destilada. Em seguida, foi proposto que analisassem se o solo possui a capacidade de condução da corrente elétrica. Após entrega da folha de atividades, iniciou-se com os seguintes questionamentos: 1) Será que a água destilada pode conduzir a corrente elétrica? Por quê? 2) Na sua opinião o solo totalmente seco poderia conduzir corrente elétrica? 3) O que vocês poderiam fazer para que o solo seco passasse a conduzir corrente elétrica? Os alunos foram orientados para que discutissem em grupo e escrevessem os resultados das discussões na folha de resposta.

Na Questão 1, todos os grupos indicaram que seria possível a água destilada conduzir a corrente elétrica, contudo somente um dos grupos (G4) relacionou a condutibilidade elétrica à presença de cargas elétricas, apesar de não indicarem a existência de cargas de sinais contrários. Constatou-se que a maioria dos alunos traz do senso comum a ideia de que a água seria condutora, porém não relacionaram o fato à presença dos íons em solução. Verificou-se aí, a necessidade

de intervenção do professor na proposição de outras atividades e questionamentos para elaboração do conhecimento pretendido. O professor é, portanto, o mediador desse processo, devendo estimular outras situações e busca de novos instrumentos de mediação (dispositivos) que propiciem a aprendizagem dos conceitos ainda não elaborados na estrutura cognitiva do aluno. Por isso, foi solicitado que os alunos realizassem o teste de introdução dos eletrodos no béquer contendo água destilada. Os alunos perceberam que a lâmpada acendia muito fracamente. Solicitou-se, então, que misturassem o solo em água e antes da introdução dos eletrodos questionou-se: “O solo totalmente seco seria condutor de corrente elétrica”? Para essa questão, todos os grupos disseram que “não”. Mais uma vez foram questionados: Por quê? Os alunos discutiram nos grupos e responderam:

(G1) Não, porque os minerais dele não podem agir; (G2) Não, pois nesse caso a condutibilidade elétrica é nula; (G4) Não pode conduzir a corrente elétrica porque as cargas elétricas do solo não estão dissolvidas.

A partir da resposta do (G1), pôde-se perceber que existe a noção de que as substâncias do solo é que são responsáveis pela condutibilidade elétrica desse, mas os obstáculos conceituais ainda são grandes para uma explicação com rigor científico maior. O (G2) relaciona a não condutibilidade elétrica a uma certa neutralidade do material solo quando seco. O (G4), como demonstrado na resposta anterior, é o que mais se aproxima da resposta desejada, ainda que, de forma bastante simplória, mostrando a noção de que para ocorrer a condução elétrica seria necessária uma certa separação das substâncias em cargas. Todavia, o grupo ainda não tem clara a noção de existência de íons em movimento na solução. Solicitou-se, então, que fizessem o teste. Pôde-se verificar que, apesar da confirmação das suas previsões, ainda não tinham claro a exata noção sobre o fato que tinham observado. Em continuidade ao experimento, solicitou-se que misturassem água no solo e introduzissem os eletrodos. Questionou-se novamente: “O solo agora, conduz corrente elétrica? O que se observa em relação à luminosidade da lâmpada? Por quê?” Tomemos para análise as respostas dadas pelo (G1), (G4) e (G6):

(G1) A lâmpada se acende com maior intensidade que a água destilada porque os seus minerais estão dissolvidos na água. Na água destilada tem poucos minerais; (G4) O solo agora conduz a corrente elétrica porque existe os minerais em maior quantidade e esses minerais estão dissolvidos na água de acordo com suas cargas; (G6) A água destilada é pura por isso conduz pouco a energia, no entanto o solo tem várias matérias e essas ficam dissolvidas na água que colocamos e a energia elétrica passa em maior quantidade.

Novamente, verificou-se que os alunos têm a noção de que substâncias químicas são responsáveis pela menor ou maior condutibilidade elétrica da solução, porém ainda manifestam uma visão simplista e pouco rigorosa a respeito do fenômeno observado, fato esse que nos motivou a intervir junto aos alunos para fazer com que construíssem de maneira efetiva o conhecimento pretendido. Para um maior

entendimento acerca dessa questão, trabalhou-se na aula seguinte com o software (*Rutherford-Scattering*[®]), acessível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering, em que os alunos tiveram a oportunidade de observar e trabalhar com a Estrutura Atômica, sob mediação do professor. A partir do uso do software, pôde-se chegar a definições de átomos neutros e íons e ao entendimento do porquê da condutibilidade elétrica da água destilada e da solução de água e solo. No desenrolar da atividade, outras questões foram propostas: “Ao se adicionar sal de cozinha na água destilada e medir a sua condutibilidade elétrica com o dispositivo, o que você esperaria observar”? Por quê? Após discussões os grupos se expressaram:

(G1) Nós achamos que a água pura (destilada) vai conduzir um pouco e a água quando colocar o sal aumentará o brilho da luz porque tem mais substâncias e íons se movimentando; (G2) A água destilada tem menor número de íons e ao adicionar o sal, este deixará a água com maior quantidade de íons e as lâmpadas vão se acender; (G3) Por causa dos íons que são positivos e negativos e que estão circulando na água.

Pôde-se perceber que agora os alunos conseguiam entender melhor a ideia de que o brilho da lâmpada está relacionado à solubilidade e à maior ou menor concentração de certas partículas carregadas, explicando a alta condutibilidade elétrica da água com sal e ao acendimento somente da lâmpada de neônio quando os eletrodos são introduzidos na água destilada. Portanto, constatou-se que os conceitos científicos pretendidos começavam a ser construídos de maneira mais efetiva pelos alunos, demonstrando que as ideias de caráter mais geral, amplo e inclusivo existentes na estrutura cognitiva dos alunos começavam a se diferenciar progressivamente, modificando-se em ideias mais específicas, através da interação entre o já existente e as novas informações, estabelecendo-se a *diferenciação progressiva* (Ausubel, 1980).

Com os segundos anos do Ensino Médio, iniciou-se com o estudo do tema “Água”, assistindo ao filme da TV-Escola – Água (Brasil, 1994). Foram elaboradas as seguintes questões prévias: “(1) De onde vocês acham que vem a água que chega à sua casa? Essa água é pura? (2) Como reconhecer que uma substância é pura? (3) A água que você bebe é potável? O que é água potável? (4) De onde vem o oxigênio que os peixes respiram?”

Para a primeira questão, constam as seguintes respostas:

(G1) A água de Fernandópolis é retirada dos poços (água subterrânea), ela vai para a estação de tratamento e depois é distribuída para toda a cidade. Ela não é pura, é apenas potável; (G2) Vem de lençóis freáticos e depois passa por uma estação de tratamento até chegar por encanamentos na nossa casa. Essa água não é pura porque ela não contém só moléculas de água, tem também sais minerais dissolvidos em sua composição; (G3) Da SABESP, local onde efetua-se o tratamento para torná-la própria para consumo. Porém, não é um líquido puro, pois contém outros elementos como o cloro, flúor, etc.; (G4) A água vem das represas ou dos

poços e ela precisa ser tratada para eliminar os resíduos que sujam ela. A água tem muitos materiais e não é só água pura. Nesse caso, achamos que ela não é pura. Ela vai ser tratada, mas não é pura; (G7) Vem de lençóis freáticos e depois passa por uma estação de tratamento até chegar por encanamentos às casas. Não, pois ela não contém só moléculas de água, mas também sais minerais dissolvidos em sua composição.

A partir das respostas dadas, verifica-se que existe a noção de que a água que consumimos não é pura (sentido químico), mas sim uma mistura de outras substâncias. O (G1) indica que ela não é pura, mas apenas potável. O (G2) apresenta a clara noção de que a água pura só deve conter molécula de H₂O. O (G3) indica ser a água composta por elementos. Tem a noção de que a água não pode ser considerada pura quimicamente, entretanto faz-se confusão entre substância química e elemento químico (confusão essa, muito comum entre alunos de nível médio). O (G7) indica que a água tratada contém sais minerais dissolvidos, demonstrando o conhecimento de que apesar de própria para o consumo, a mesma não é pura no sentido químico. De acordo com o exposto, verifica-se que todos os grupos dão o mesmo padrão de respostas, o que nos permite concluir que possuem conhecimento sobre as diferenças entre os conceitos de substância pura e mistura.

Na segunda questão prévia, pretendia-se verificar o grau de conhecimento dos alunos em relação ao reconhecimento de uma dada substância quanto à pureza:

(G1) No caso da água, ela só é considerada pura desde que apresente somente moléculas de água; (G2) Quando ela possui características específicas. Exemplo: no caso da água, a densidade é 1, ebulição é 100 °C e solidificação é 0°C. Quando ela não se mistura a outro tipo de substância; (G3) Através dos sentidos (tato, olfato, paladar, etc.) ou de experiências bem efetuadas.

A partir das respostas dadas percebe-se que muitos dos alunos apresentam a informação correta a respeito da pureza da água do ponto de vista químico (G1) e (G2). O (G2) consegue relacionar a pureza do material água com as propriedades específicas da substância pura água. O (G3) relaciona a pureza aos aspectos que se pode perceber através órgãos dos sentidos, não tendo uma visão clara do que seria uma substância pura. Esse grupo relaciona a pureza do material à ausência de cor ou cheiro. Entende-se daí que os alunos do grupo (G3) não têm claro ainda o conceito de pureza no sentido cientificamente correto. O fato dos alunos apresentarem explicações para os fenômenos, muitas vezes diferentes daquela aceitável cientificamente, caracteriza suas concepções alternativas. As concepções alternativas podem ser entendidas como as ideias dos alunos que interagem com demonstrações do professor, com a linguagem científica, com as leis e teorias e com as experiências, tentando reconciliar suas ideias empíricas com conceitos aceitos cientificamente (Fernandez e Marcondes, 2006).

A terceira questão procura verificar se os alunos tem a noção do que significa a potabilidade da água. Nas respostas

dadas fica claro que os alunos têm a noção de que uma água para ser considerada potável deve estar tratada e livre de micro-organismos patogênicos. Como podemos perceber, o seu conceito de qualidade está diretamente ligado ao atendimento da sua qualidade de consumo. Provavelmente, consideram água de qualidade a que apresenta-se incolor, insípida e inodora. Transcrevem-se algumas das respostas dadas:

(G4) *Sim, a água própria para beber, ela é incolor, inodora e insípida;* (G5) *A água que bebemos é bem potável e a água que bebemos é uma água incolor, inodora e insípida;* (G6) *Sim, a água que bebemos é potável porque não tem impurezas e é inodora e insípida;* (G7) *Sim, porque ela é tratada e não contém microorganismos nocivos para nossa saúde.*

Na quarta questão prévia ao vídeo buscou-se verificar se o aluno tinha uma noção clara sobre a presença do oxigênio dissolvido na água (dissolução de gases). Perguntou-se de onde viria o oxigênio que os peixes respiram. Essa pergunta aparentemente muito simples, é muito importante. É comum o aluno supor que o oxigênio utilizado na respiração dos peixes seja o oxigênio presente na própria molécula de água. Este raciocínio indica o quanto é difícil para os alunos, compreenderem o conceito de *solubilidade*. Seguem as respostas dadas pelos diferentes grupos:

(G1) *Das moléculas da água (H_2O H = hidrogênio e O = oxigênio);* (G2) *Do ar que se dissolve na água e da fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas;* (G3) *O oxigênio surge através de processo realizado pelos vegetais aquáticos. Os peixes extraem o oxigênio da água.*

Alguns dos grupos indicam que o oxigênio surge durante o processo fotossintético. Os grupos (G2) e (G3) parecem ter uma noção mais clara de que o oxigênio que os peixes respiram está dissolvido na água a partir da interação ar - água.

Com o objetivo de se reconhecer que a água potável contém sais minerais em solução e que a água servida contém também partículas em suspensão, realizou-se o experimento intitulado “Análise de água de diferentes procedências” (Campos, 1978). Foram feitas duas questões prévias ao experimento com a intenção de detectar quais as concepções dos alunos em relação ao que seria água pura e uma água mineral: 1) Existem diferenças entre água mineral e água pura (destilada)? Discuta em grupo e escreva a resposta no espaço abaixo. 2) O que você acha que aconteceria se evaporássemos água destilada e água mineral? Para a primeira questão, temos as seguintes respostas:

(G1) *Sim. A água mineral apresenta em sua composição as moléculas de água e sais minerais e a água pura apresenta apenas as moléculas de água;* (G2) *Sim. A água mineral como o próprio nome diz, existem minerais em sua composição e água pura é só as moléculas de água.*

Para a segunda questão, temos praticamente o mesmo padrão de respostas em todos os grupos. Parece-nos que existe a noção do conceito do que seria uma água quimicamente pura e de mistura (água mineral). Tomemos como exemplo as respostas dadas por dois dos grupos:

(G1) *Com a evaporação da água mineral, irá ficar os sais minerais e com a evaporação da água destilada (pura)*

não irá sobrar nada, já que as moléculas de água apenas evaporam; (G3) *Sobrarão resíduos da água mineral após a sua evaporação. Na água destilada nada sobra.*

Visando à ampliação dos conhecimentos, executou-se, em seguida, a atividade experimental. Para esse experimento cada grupo trouxe amostras de água de diferentes procedências (água mineral, água filtrada, água servida etc), as quais foram evaporadas. Ao final do processo, os alunos puderam comparar os resultados obtidos e confirmar suas hipóteses. Observou-se bastante interesse por parte dos alunos nos grupos e o estabelecimento de relações de diálogo entre os pares e/ ou entre grupos.

As atividades com os alunos do 3º Ano do Ensino Médio iniciaram-se a partir da análise do vídeo da Série: “O Mundo Secreto dos Jardins – A vida reprodutiva das plantas” - TV Escola (Brasil, 2007). Buscou-se a interação entre a Química e a Biologia (interdisciplinaridade) ao se propor a análise da morfologia de um inseto e de uma flor.

No intuito de um maior aprofundamento acerca da interação inseto-planta e pensando em um texto que servisse de base para a construção de conhecimentos químicos relacionados à Química Orgânica, escolheu-se um texto publicado na “Revista Ciência Hoje”, intitulado “De aromas de insetos e plantas” (Craveiro e Machado, 1986). No texto eram indicados vários conceitos da Química de Produtos Naturais, como a diferenciação entre substâncias do metabolismo primário e secundário, inclusão de diversas estruturas químicas dotadas de atividades biológicas e o fenômeno da isomeria.

Após releitura de trechos do artigo, pediu-se que observassem atentamente as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos presentes no texto. Aproveitou-se desse momento para que se estabelecessem conceitos relativos a tetravalência do átomo de carbono, formação de cadeias, elementos organógenos etc. Solicitou-se aos alunos que escolhessem qualquer um dos compostos do texto e que procedessem a montagem da molécula (fórmula estrutural), utilizando bolinhas de plástico de diferentes cores e tamanhos. Indicou-se as ligações simples, duplas ou triplas com palitos de madeira (tipo churrasco). Após montagem da molécula escolhida pelo grupo, solicitou-se que escrevessem no papel a fórmula molecular do composto escolhido.

Notou-se que o modelo molecular constitui-se um importante dispositivo mediador de aprendizagens. O meio pelo qual o modelo é expresso é conhecido como *modo de representação*. No caso do modelo construído denominamos *modo concreto*, caracterizado pela utilização de materiais resistentes para a produção de uma representação tridimensional (Justi, 2006).

Aproveitou-se o momento para que os alunos fizessem o reconhecimento de grupamentos funcionais. A intervenção do professor foi solicitada por diversas vezes, notando-se uma certa insegurança, que foi sendo paulatinamente abandonada a partir da interação com o professor e à medida que se fazia mais exercícios. Ao analisarem um dos quadros apresentados no texto, os alunos puderam entender que nesse só apareciam compostos que possuíam carbono e hidrogênio

(mirceno, cis-ocimeno, (+) limoneno, etc.), portanto denominados *hidrocarbonetos*. Em aula seguinte, iniciou-se o estudo do fenômeno da isomeria, uma vez que os próprios alunos indagavam o que seria os *cis* ou o (+) e o (-) que aparecia ora ou outra na frente dos nomes dos compostos químicos. Aproveitando-se do interesse manifestado pelos alunos, procedeu-se a explicação do que seria o efeito da isomeria.

Escolheu-se, a partir do texto, um composto para cada grupo (fórmulas estruturais mais simples), sendo este isômero geométrico. Solicitou-se que os alunos construíssem o composto utilizando-se novamente das bolinhas coloridas e palitos. Depois de construídos, questionou-se: Os diferentes grupos ligados à dupla ligação poderão ser dispostos em posições diferentes? Os alunos ficaram em dúvida no primeiro momento, mas responderam que sim quando foram solicitados a manipular os grupos (bolinhas coloridas) trocando-os de posição:

(G1) Ahamos que sim, pois podemos colocar grupos iguais de um mesmo lado ou colocar grupos iguais em lados contrários; (G2) Podemos, desde que se faça a troca de lados; (G3) Bolinhas de cores iguais podem ficar do mesmo lado ou em lados diferentes; (G4) Os grupos podem ser trocados de lado: grupos iguais de um mesmo lado da ligação dupla ou grupos iguais em lados opostos.

Após a manipulação dos modelos classificou-se, sem dificuldades, os isômeros em *cis* ou *trans*. Visando levar os alunos a compreender a conversão de um isômero geométrico em outro, como por exemplo, ácido maleico em ácido fumárico (Sardella, 1997), realizou-se mais uma atividade experimental. Antes, porém, de iniciarem o experimento, fez-se o seguinte questionamento: “Seria possível a conversão de um isômero geométrico em outro?” Após discussão nos grupos, os alunos responderam que sim. Questionados mais uma vez do porquê da resposta afirmativa, responderam:

(G1) Seria possível, pois em atividades anteriores nós conseguimos trocar os grupos ligados na dupla e transformar um isômero no outro (cis) para (trans); (G2) É possível a transformação, porque no modelo de bolinhas conseguimos mudar as bolinhas diferentes e obter um outro isômero; (G3) O isômero cis pode ser transformado em trans por um processo de transformação química. Um pode ser mudado no outro, mudando as posições dos grupos; (G4) Podemos transformar um isômero em outro quando mexemos nas bolinhas do modelo, portanto seria possível fazer a conversão.

Após realização da atividade experimental para conversão de ácido maleico em ácido fumárico, foi solicitado que colocassem 1 g do material produzido em 10 mL de água e em seguida acrescentassem a mesma quantidade de ácido maleico na mesma quantidade de água. Os alunos observaram os resultados e à medida que iam anotando, eram questionados: “Como foi possível reconhecer que os cristais formados (ácido fumárico) eram diferentes dos cristais usados inicialmente?”

(G1) O ácido fumárico produzido na experiência se dissolve muito mais fácil em água, fato que não ocorre ao ácido maléico. Daí podermos verificar que houve uma

transformação de um em outro; (G2) Um se dissolve e o outro não. Nós achamos que isso prova a mudança de um em outro; (G3) Como podemos perceber pelos dados que pesquisamos, o ácido fumárico é menos solúvel que o ácido maléico. Portanto, um isômero foi transformado em outro após a reação; (G4) Observamos que os cristais que produzimos eram pouco dissolvidos pela água. Não conseguia ser dissolvido. O ácido maléico é mais solúvel e houve uma boa dissolução. Os dados que achamos no livro confirmam isso.

Percebe-se claramente a partir do encaminhamento das atividades, que os alunos começaram a construir novas ideias que lhes possibilitaram novas explicações aos fatos observados durante as aulas experimentais. Desse modo, podemos novamente verificar a diferenciação progressiva das ideias iniciais (mais gerais, amplas e inclusivas) até se chegar ao conhecimento científico pretendido.

Considerações finais

A partir desse trabalho, parece-nos claro que a aprendizagem realmente acontece quando o aprendiz associa uma nova informação em sua estrutura cognitiva que continha o senso comum. A explicitação dessa constatação encontra-se na *proposição metodológica* que pautou o trabalho apresentado e que permitiu ao professor-pesquisador, responsável pelo processo de ensino, intervir no processo de aprendizagem do aluno, por intermédio da mediação pedagógica, centrada na relação dialética entre professor e aluno. Nessa proposição, os diferentes dispositivos didáticos utilizados se constituíram em diferentes linguagens que propiciaram o estabelecimento da mediação pedagógica e, simultaneamente, possibilitaram, ao aluno, a superação das suas ideias iniciais, o senso comum, para elaboração do conceito estudado, ou seja, pela compreensão do conteúdo de ensino desenvolvido nas atividades propostas. A partir dos múltiplos dispositivos didáticos utilizados para cada uma das séries e a mediação pedagógica estabelecida (professor/aluno, aluno/aluno e aluno/dispositivos didáticos) no processo de ensino-aprendizagem, ficou evidente, portanto, a *diferenciação progressiva* dos conceitos partindo-se do senso comum (ideias mais gerais, amplas e inclusivas e de dados da vivência e escolaridade anterior) até chegar às ideias mais específicas (reelaboração de conceitos).

Assim, a importância da aprendizagem efetiva e duradoura se dá por meio da compreensão do aprender como superação dos conceitos previamente construídos, em que conhecimentos oriundos do senso comum e conhecimentos científicos são reorganizados, constituindo o conhecimento escolar, por meio de estratégias adotadas pelo professor com vistas à transposição didática (Medeiros, 2016).

Francisco José Mininel (coord.quimica.fer@universidadebrasil.edu.br), doutor em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Química de Araraquara, é professor da Rede Estadual de Ensino e professor/coordenador pedagógico na UNIVERSIDADE BRASIL. Fernandópolis, SP - BR.

Regina Célia Galvão Frem Di Nardo (rcgrem@iq.unesp.br), Doutora em Química (Química Inorgânica) pela Universidade de São Paulo e professora do Departamento de Química Inorgânica Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Química de Araraquara. Araraquara, SP - BR. **Luiz Antonio Andrade de Oliveira** (dqgiluz@iq.unesp.br), Doutor em Química (Química Inorgânica) pela Universidade de São Paulo é professor adjunto da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e credenciado junto ao Programa de

Pós-Graduação de Ensino de ciências, da Faculdade de Ciências UNESP / Bauru. Bauru, SP – BR. **Maria Eliza Brefere Arnoni** (melizaarnoni@hotmail.com), Doutora pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é professora Assistente Doutor da UNESP/Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” IBILCE/Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas Campus de São José do Rio Preto Departamento de Educação. São José do Rio Preto, SP - BR.

Referências

AUSUBEL, D. P. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P. Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Ed. Trillas, 1976.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Trad. N.E. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: química - água, parte I e água parte II. Brasília, DF, 1994.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: química-pigmentos (Linhas, Formas e Cores). Brasília, DF, 1994.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: a vida reprodutiva das plantas. Brasília, DF, 2007.

CAMPOS, M. (Coord.). Subsídios para a implementação da proposta curricular de química para o segundo grau. São Paulo: SE/CENP, v.3, 1978.

CARVALHO, A.F.P.; ANACLETO, J.C.; ZEN-MASCARENHAS, S.H. Uso de Conhecimento de Senso Comum para Atender a Requisitos Pedagógicos no Planejamento de Ações de Aprendizagem. XVIII Simpósio de Informática na Educação – SBI – Mackenzie, 2007.

CRAVEIRO, A.A.; MACHADO, M.I.L. De aromas, de insetos e de plantas. *Ciência Hoje* v.4, p. 54-63, 1986.

FERNANDEZ, C; e MARCONDES, M. E; Concepções dos estudantes sobre Ligação Química. *Química Nova na Escola*, v. 24, p.20-24, 2006.

GEPEQ. *Interações e transformações I*: elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 1993.

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en La elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n.24, p.173-184, 2006.

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering, acessada em junho de 2015.

LOPES, B. J. Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem. Lisboa: LDA, 1994.

MAGALHÃES, M.M.G. A perspectiva da lingüística: linguagem, língua e fala. Rio de Janeiro, 2007.

_____; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MARCONDES, M.E.R.; SUART, R.C. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*. v.14, p. 50-74, 2009.

MEDEIROS, C.E.; RODRIGUEZ, R.C.M.C.; SILVEIRA, D.N. Ensino de Química: superando obstáculos epistemológicos. Curitiba: Appris, 2016.

MELO, M. R. & SANTOS, A. O. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, Salvador, UFBA, 2012.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: por que o gelo flutua na água? In: Encontro Sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências. 1997, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, p. 139-147, 1997.

PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R. (Coord.). Experiências do solo. *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 39-40, 1998.

RIBEIRO, E.C. *A Prática Pedagógica do Professor Mediador na Perspectiva de Vygotsky*. Monografia. Universidade Cândido Mendes, 2007.

SARDELLA, A. Curso de Química – Química Orgânica. São Paulo: Editora Ática, 1997.

VYGOTSKY, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

Para saber mais

CHASSOT, A. Catalisando transformações na educação. Ijuí: Editora Unijuí. 1998.

TALANQUER, V. School chemistry: the need for transgression. *Science & Education*, v. 22, n. 7, p. 1757-1773, 2013.

LIMA, L.M.S. Motivação em sala de aula: A mola propulsora da aprendizagem. In: F.F.Sisto, G.C. Oliveira & L.D.T.Fini, (Orgs.), *Leituras de psicologia para formação de professores*. Petrópolis: Editora Vozes, 1999.

SANTOS, W.L.P. S e MALDANER, O.A. Ensino de Química em Foco. Ijuí. Editora Unijuí, 2010.

Abstract: *The Common Sense of Chemical Knowledge Development: Use of Didactic devices Pedagogical Mediation in Educational Practice.* Aiming to make our classes moments of reflection and action through pedagogical intervention (mediation), we used different teaching devices (videos, experiments, support texts, softwares, etc) and a methodological proposal to organize the teaching content. The purpose of the choice of this methodological organization was to allow the students to express their previous ideas about the subjects being studied (common sense ideas), allowing us to detect their previous concepts and to problematize them, in order to propose actions to enhance and systematize the student concepts in the construction of significant knowledge. The results indicated that pedagogical mediation (dialectic relationship between teacher and students) and student-student interactions enriched classroom activities, allowing students to bring previous concepts they had about a subject to light and to build significant knowledge about the concepts involved, by elaboration and testing of their hypothesis, and by providing strategies to solve the problems that appeared in the way.

Keywords: methodological proposition, pedagogical mediation, didactic devices