

# **As teorias ácido-base a partir do referencial dos Multimodos e das Múltiplas Representações**

## **Acid-base theories by reference of Multimode and Multiple Representations**

**Elaine da Silva Ramos**

Universidade Estadual de Londrina (UEL) / Instituto Federal do Paraná (IFPR) –  
Campus Telêmaco Borba  
elaine.ramos@ifpr.edu.br

**Maysa de Fátima Moraes Frauzino**

Universidade Estadual de Londrina (UEL) – PR  
ma.mfrauzino@gmail.com

**Carlos Eduardo Laburú**

Universidade Estadual de Londrina (UEL) – PR  
laburu@uel.br

### **Resumo**

Dentre as linhas de pesquisa da educação científica que vem se destacando pela busca da compreensão e estímulo a formulação de novos significados realizados pelos estudantes é o referencial dos multimodos e das múltiplas representações. Quando se utiliza esse referencial o ensino-aprendizagem podem se tornar mais significativo, pois auxiliam a capacidade de integração de diferentes modos de raciocínio, realizam processos e podem reformular suas descobertas científicas. Um dos conceitos científicos que pode ser trabalhado a partir desse referencial são as teorias ácido-base, comumente trabalhadas de forma sucinta, não contemplando a construção das teorias do século XX. Uma das formas de tentar melhorar o ensino-aprendizagem desse conceito é por meio do laboratório didático como um espaço para o estímulo da multimodalidade representacional. O objetivo desse trabalho é evidenciar a importância de trabalhar a perspectiva da experimentação científica embasada nos referenciais da Multimodalidade e das Múltiplas Representações no ensino das teorias ácido-base.

**Palavras chave:** Ensino de Química, Multimodos e Múltiplas Representações, Teorias ácido-base, Laboratório Didático

### **Abstract**

Among the lines of research of scientific education that has been highlighting by the search for understanding and stimulating the formulation of new meanings carried out by the students is the reference of the multimodes and the multiple representations. When using this referential, teaching-learning can become more meaningful, since it helps the integration of different modes of reasoning, realizes processes and can reshape its scientific discoveries. One of the scientific concepts that can be worked from this referential are the acid-base

theories, commonly worked succinctly, not contemplating the construction of twentieth-century theories. The objective of this work is to highlight the importance of working the perspective of scientific experimentation based on the references of Multimodality and Multiple Representations in the teaching of acid-base theories.

**Key words:** Teaching of Chemistry, Multimode and Multiple Representations, Acid-base Theories, Didactic Laboratory

## **Introdução:**

Pesquisas na área do ensino de ciências vêm sendo desenvolvidas com o intuito de compreender o papel instrucional da utilização de diferentes modos e formas representacionais em relação à aprendizagem dos conceitos científicos. Uma dessas linhas que tem ganhado destaque nos últimos anos é aquela baseada nos referenciais dos Multimodos e das Múltiplas Representações.

A multimodalidade representacional possibilita diversos propósitos tanto para o ensino quanto para a aprendizagem, assim os estudantes podem vir a compreender melhor as formas de representação que são utilizadas pela ciência, além disso, poderiam transitar entre esses diferentes modos, para a aprendizagem se tornar efetiva e significativa para os estudantes. Se ocorre o estímulo aos estudantes para trabalhar com os mais variados modos de representação essa aprendizagem do conhecimento científico será permanente e não mecânica.

O conhecimento científico, de um modo geral, não se compõe apenas de conceitos abstratos, mas sim da relação que existe entre os vários modos e formas de representação. Feita essa consideração, é necessário entender que a estrutura comunicativa tem por base uma linguagem de grande diversidade simbólica. Assim sendo, não se pode separar a aprendizagem de novos conceitos de suas representações simbólicas (TYTLER; PRAIN; PETERSON, 2007).

Pensando nessas representações simbólicas, dentre as inúmeras atividades de ensino e aprendizagem existentes no ambiente escolar, pode-se dizer que as atividades realizadas no laboratório didático têm um espaço de destaque nas discussões e reflexões que permeiam o ensino de ciências. As práticas experimentais são consistentes com o ambiente da multimodalidade representacional, pois podem estimular os estudantes a ativar modos de representação distintos.

Esse trabalho insere-se ao lado dos estudiosos que defendem a importância e a utilização das atividades laboratoriais (HODSON, 1994; WHITE, 1996) e atividades empíricas que não necessariamente ocorram dentro de um laboratório, com o objetivo para o favorecimento da instrução científica.

Um dos conceitos que pode ser trabalhado nessa perspectiva da multimodalidade representacional com o auxílio do laboratório didático são as teorias existentes sobre ácidos e bases, que buscam definir o que é um ácido e uma base e como eles reagem, além de definirem outros aspectos relevantes a essas teorias. Hoje em dia sabemos que existem várias substâncias conhecidas que possuem essas características, sendo assim um dos assuntos interessantes e fundamentais para o ensino de Química.

Desse modo, o objetivo desse trabalho é evidenciar a importância de se trabalhar sob a perspectiva da experimentação científica embasada nos referenciais da Multimodalidade e das Múltiplas Representações no ensino das teorias ácido-base.

Nos tópicos subsequentes serão explicitados com mais detalhes, os fundamentos que

justificam o emprego e a importância dos referenciais dos Multimodos e das Múltiplas Representações no Ensino de Ciências e as Teorias Ácido – Base e sua relação com o Laboratório Didático.

### **Multimodos e múltiplas representações no ensino de ciências:**

Uma das linhas de pesquisa no ensino de ciências que vem ganhando destaque é o referencial dos multimodos e das múltiplas representações, que possui entre vários objetivos o de compreender e estimular os estudantes a elaborar os significados dos conceitos científicos trabalhados pela ciência. As pesquisas que estão sendo feitas nesta linha ressaltam que no ensino de ciências existem variadas formas discursivas de trabalhar esse ensino, e também diferentes modos de representação. Os estudantes deveriam aprender a respeito de cada forma de representação utilizada pela ciência, além de saber convertê-las e coordená-las dentro de um discurso consistente (LABURÚ; SILVA, 2011). Se os estudantes conseguissem representar o entendimento relacionado aos conceitos científicos de diferentes modos e formas de representação, a aprendizagem se tornaria mais significativa e duradoura.

Aludir as Múltiplas Representações, refere-se a prática de re-representar um mesmo conceito de várias formas diferentes (TYTLER; PRAIN; PETERSON, 2007). Já a Multimodalidade Representacional diz respeito a integração de distintos modos de representar o raciocínio, processos e descobertas científicas dentro do discurso científico. A literatura relata os Multimodos como “recursos perceptivos”, pois eles são capazes de provocar os nossos cinco sentidos. (RADFORD; EDWARDS; ARZARELLO, 2009). Dentre os recursos ou modalidades pode-se incluir: comunicação escrita e oral, desenhos, gestos, manipulação de objetos, movimentos corporais, entre outros. (RADFORD; EDWARDS; ARZARELLO, 2009).

Diante disso compreende-se que a utilização da multimodalidade representacional se apresenta como uma vertente cognitivista da aprendizagem dos conhecimentos científicos. Essa aprendizagem pode ser baseada em sistemas semióticos que se apresentam tanto na produção de vários modos, mas também na variedade de representações que o ensino de ciências, em especial o de química pode apresentar. As maneiras pelas quais se visualizam esses conhecimentos e raciocinam para o entendimento de determinada lei ou teoria, estão diretamente ligadas a variedade de representação semiótica, além de poder desenvolver um trabalho interdisciplinar com essa variedade de modos que a ciência apresenta.

Para que a aprendizagem no ensino de ciências possa se realizar de forma efetiva é importante que os estudantes sejam desafiados a aprofundar os conceitos trabalhados em sala de aula pelo professor de diversas maneiras, deixando-os livres para escolher o modo de sua preferência. Isso se torna possível quando se propõe diferentes formas de avaliação, além de que a natureza desse conhecimento tenha relevância cultural, com implicações locais, sociais, pessoais ou tecnológicas (LABURÚ; SILVA, 2011). E para que ocorra a profundidade de significados apresentados pelas ciências, em especial a química, é necessário que os alunos consigam transitar de maneira coordenada entre as representações envolvidas com o conhecimento científico (PRAIN; WALDRIP, 2006).

Ao se propor estratégias que busquem promover o aprendizado dos estudantes, pode-se encontrar nos referenciais semióticos, fundamentos que venham a ser desenvolvidos no ensino de ciências, devido ao fato da classificação que esta ciência faz sobre a linguagem, caracterizando-a como verbal, oral ou escrita, e não verbal, ou seja, faz referência a utilização de imagens; gráficos; gesticulações; números; setas; expressões corporais; sons musicais; entre outros (SANTAELLA, 2005). Deste modo, a abordagem semiótica reconhece diferentes modos representacionais como significantes e interpretantes dos signos, o que têm motivado

recentemente, pesquisas em educação científica (LEMKE, 2003; PRAIN; WALDRIP, 2006), passando a contemplar o referencial dos multimodos e das múltiplas representações como recursos promotores da aprendizagem.

Quando se emprega diferentes linguagens pode-se estar auxiliando na construção e compreensão de determinados conceitos, pois quando se trabalha com diversas formas de representações os estudantes são levados a repensar suas formas de aprendizagem e não ficam presos apenas a um modo particular específico. Para que os estudantes possam compreender os conceitos que estão sendo trabalhados, muitas vezes precisam utilizar várias formas de representação e não apenas uma.

De acordo com Duval (2006), a compreensão de um conteúdo conceitual necessita da coordenação de no mínimo dois registros de representação. Sendo assim, essa coordenação entre dois registros semióticos promove a extensão da capacidade mental. Entretanto, para que os estudantes sejam capazes de participar ativamente da construção do seu conhecimento, é necessário desenvolver um entendimento das inúmeras formas e modos de representações disponíveis, ao invés destes estudantes ficarem na dependência de um modo ou forma em particular.

Existem várias classificações dos modos de representação e estas incluem as formas: descritivas (verbal, gráfica, tabular, diagramática, matemática), figurativas (pictórica, analógica ou metafórica), cinestésicas ou de gestos corporais (encenação, jogos), que usam objetos tridimensionais (3D) ou maquetes, experimentos etc.. (LABURÚ; SILVA, 2011, p. 724-725).

Esses vários modos de representação apresentados acima deveriam ser trabalhados de forma individual ou coletiva, para que o discurso científico se torne mais efetivo e a aprendizagem se torne cada vez mais duradoura. Pois quando se conhece a ciência pelos seus diferentes modos e formas, estará trazendo para dentro da sala de aula uma forma diversificada de conceber a ciência e levando em conta a heterogeneidade que existem nas salas de aula.

Mas para que se possa trabalhar dessa maneira com o ensino deve-se primeiramente conhecer as vertentes semióticas que essa ciência apresenta. Por exemplo, em Química, as representações baseadas em experimentos e gráficas são prioritárias a verbal, pois os conhecimentos são melhor expressados por meio dessas linguagens do que por outras, diferentemente da Física que são as representações matemáticas e gráficas que são prioritárias a verbal. Escolher um ou mais modos semióticos está relacionado ao conhecimento científico que está sendo estudado.

A utilização da multimodalidade no ensino está desenvolvendo cada vez mais um papel diferenciado para o professor, pois quando se utiliza a variedade de representações para representar um conceito ou conhecimento, a forma como se dá a construção de significados se tornam múltipla e individual de cada aluno trazendo para o ensino uma grande importância nos sistemas cognitivos para a compreensão desses conceitos e o professor atua como mediador em todo esse processo de aprendizagem.

Ao afirmar que o estudante está entendendo ou que aprendeu algo, significa dizer que ele, além de ser capaz de mobilizar os conhecimentos dentro e fora do contexto de cada representação ensinada, deve ser hábil na conversão de registros ou tradução entre quaisquer representações (LABURÚ; SILVA, 2011, p. 725).

Cada sujeito aprende por um caminho particular e constrói as suas aprendizagens e seus significados da sua maneira, mesmo que lhe tenha sido ensinado pela diversidade representacional. Em consequência disso, deve-se pensar no ensino nos dias atuais por meio desse pluralismo metodológico, pois dessa forma podem-se atender os diferentes tipos de

estudantes que estão nas salas de aula e as suas diferentes formas de aprender, para que assim o ensino e a aprendizagem se tornem efetivas e significativas.

Aprender ciência envolve um desafio representacional em uma variedade de contextos. As diferentes representações de um conceito só tem sucesso à medida que traduzem uma representação para outra, bem como a capacidade de empregá-la em um discurso integrado (LEMKE, 2003). Segundo afirma Gehlen (1988 apud RADFORD, 2009, p. 114), o ato de conhecer só é possível devido a uma experiência multissensorial do mundo e por uma apreensão autossensorial das coisas. Portanto, a plasticidade e colaboração dos múltiplos sentidos humanos são responsáveis por esse conhecer.

Um determinado modo representativo tem potencial de se tornar mais eficaz para iniciar ou aprimorar a elaboração das ideias de um aluno particular, auxiliando-o a ultrapassar obstáculos conceituais de representações mais abstratas e oficiais (LABURÚ; SILVA, 2011). De acordo com Ainsworth (1999), o referencial multimodal e das múltiplas representações, tem como principais funções: complementar, restringir e construir uma compreensão mais profunda sobre determinado conceito.

Os multimodos de representações vão ao encontro com os princípios atuais da pedagogia que enfatizam as necessidades de aprendizagens individuais e preferências dos estudantes juntamente com a interação ativa de suas ideias e evidências (PRAIN; WALDRIP, 2006). Ao reforçar essa ideia, percebe-se que os estudantes apresentam histórias, gostos e motivações singulares, portanto, se faz necessário pensar em uma prática plural de ensino, dada as múltiplas identidades microculturais presentes no cotidiano escolar (LABURÚ; CARVALHO, 2005). Isso deve se fazer presente quando se trata do ensino de química, em especial sobre o conceito de ácidos e bases.

O foco dessa investigação está sustentado no referencial da multiplicidade representacional, pois ela fornece para os alunos diversas condições de produção de significados dos conceitos a serem abordados pelo professor, neste trabalho com as teorias ácido-base. Pois quando os alunos dispõem de várias formas semióticas para tratar as informações e conteúdos trabalhados pelo professor, eles podem passar a entender e dar significado ao que está sendo estudado.

Quando o aluno entende um conceito científico não é somente que ele conhece a definição daquela palavra, mas pode auxiliar a conseguir a realizar as ligações entre as teorias estudadas em sala de aula e seus respectivos fenômenos de seu cotidiano. Isso pode ser realizado com o estudo das teorias ácido-base com o auxílio do laboratório didático. Quando se trabalha com o laboratório didático pode-se usar dos diferentes modos de representação para trabalhar o conteúdo e também os alunos podem vir a compreender esses conceitos por meio de diversos modos representacionais e não somente usar a reprodução de conceitos.

O significado de palavras, conceitos, proposições, leis etc. científicos se encontra incrustado nos elementos representacionais formadores do discurso, e apreender é um ato de compor a totalidade do significado manifesta por um conjunto de multiplicidades semióticas, visto que cada uma é capaz de apreender uma particularidade dessa totalidade (LABURÚ; SILVA, 2011).

O laboratório didático pode se apresentar como um espaço que pode produzir diferentes modos representacionais acerca de determinado conteúdo, pois pode envolver a movimentação corporal, como gestões, ações e procedimentos experimentais que geralmente não aparecerem em outras formas de ensino que não estão no ambiente do laboratório didático. Esses modos podem levar aos alunos a construção de significados dos conceitos trabalhados pelo professor e assim levá-los a aprendizagem significativa e duradoura acerca dos conceitos trabalhados pelo professor.

### As teorias ácido-base e sua relação com o laboratório didático

A questão do comportamento de uma substância com caráter ácido ou básico é conhecida de longa data. Esses termos já tinham sido citados na Idade Média e continuam sendo utilizados até os dias atuais para denominar o caráter de determinadas substâncias. As principais teorias são as de Arrhenius (1887), dos sistemas solventes (1905), protônica (1923), eletrônica (1923), de Lux (1939), de Usanovich (1939) e ionotrópica (1954), sem esquecer as críticas de Werner (1895 a 1911) (CHAGAS, 1999).

Segundo a teoria de Arrhenius ácido é toda substância que em água produz íons  $H^+$  e base é que produz  $OH^-$ . Na teoria dos sistemas solventes todo solvente sofre uma auto-ionização gerando um cátion (ácido) e um ânion (base). Na protônica o ácido é um doador de prótons e base um receptor de prótons. Na eletrônica, ácido é uma substância capaz de receber um par eletrônico e base capaz de doar. Na de Lux ácido é um receptor de  $O^{2-}$  e base um doador. Usanovich definia ácido como espécie que doa cátions e base doa ânions. A ionotrópica é uma generalização das outras teorias. Werner chamou atenção para a semelhança da reação de neutralização com outras reações. A figura 1 apresenta-se um diagrama de Veen, que mostra a abrangência de cada teoria.

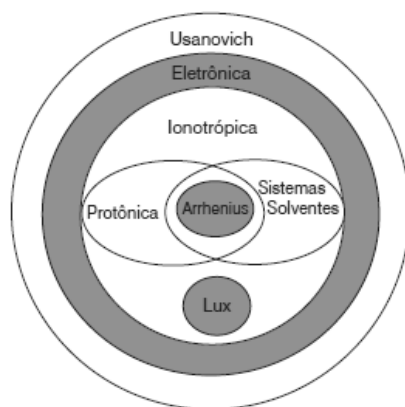


Figura 1: Diagrama de Veen mostrando as relações conceituais entre as teorias consideradas (baseado na Fig. 2.2 do livro de Jensen).

Essas teorias não se contradizem completamente, mas foram surgindo uma com base nos estudos teóricos da outra. Cada uma tem um universo próprio e vai ampliando cada vez mais o conhecimento, fato este que se deve também trazer ao ensino de química nas escolas. Mostrando aos estudantes que o conhecimento não está pronto e acabado, mas sim em constante evolução e aprimoramento como foram com as teorias ácido-base.

A escolha por tratar desse conceito nesse trabalho deve-se ao fato das teorias ácido-base possuírem termos bem sutis e que comumente são utilizados como sinônimos pelo estudante, e também, outro fato que chama a atenção é que grande parte dos livros didáticos não apresenta uma diversificação, ou seja, omitem várias outras definições no tocante aos estudos dos ácidos e bases no decorrer do século XX.

Assim sendo, a grande maioria dos livros didáticos acaba trazendo bem rapidamente as definições do que seria uma base e um ácido, somente de acordo com os estudos de Arrhenius, Bronsted- Lowry e Lewis. O fato da rapidez com que o tema ácido-base é trabalhado nos livros didáticos pode ser um dos contribuintes para que haja um posicionamento reducionista no que tange os conhecimentos prévios que os estudantes possuem em relação a este assunto.

A importância de conhecer as teorias ácido-base está no fato dos estudantes compreenderem e saberem explicar esse comportamento das substâncias com base nas teorias estudadas, pois eles possuem concepções prévias sobre esse assunto que muitas vezes não se assemelha a nenhuma teoria. Uma das formas de trabalhar com essas teorias é por meio do uso do laboratório didático.

Não é de hoje que diversos trabalhos sobre o uso do laboratório didático e suas principais reflexões a seu respeito vem sendo apresentados (BLOSSER, 1983; DORAN et al., 1993; VAN DEN BERG, et al., 1994; JIMENEZ-ALEIXANDRE et al., 2000; HOFSTEIN; LUNETTA, 2004) como forma de pesquisas relacionadas ao ensino de ciências. Pois quando se trabalha com a experimentação pode vir a despertar o interesse dos alunos, trazendo para a sala de aula um caráter muitas vezes lúdico, motivador e que na maioria das vezes pode ser trabalhado pelas múltiplas representações.

Em um trabalho realizado por Barolli, Laburú e Guridi (2010), oferecem um panorama das mais distintas perspectivas existentes na comunidade científica a respeito do laboratório didático. Sob o ponto de vista dos referidos autores anteriormente citados, a funcionalidade do laboratório didático sempre será uma questão polêmica no campo educacional posto que, suas potencialidades provocam muitas reflexões e controvérsias. Pois esse tema pode vir a ser tratado por diversos aspectos e por várias possibilidades de serem trabalhados.

Um dos aspectos abordados com o uso do laboratório didático é que ele pode contemplar determinados conteúdos específicos e trazer de forma concreta a sua explicação. Outros ressaltam a importância em saber executar determinadas técnicas para conseguir um bom êxito em uma aula experimental, sem trazer os questionamentos e pensamentos críticos sobre aquela situação apresentada pelo professor. Outros estão interessados em analisar os objetivos propostos com a aula experimental, seu papel e suas principais características. E existem aqueles que estão interessados a trazer a natureza epistemológica e as suas relações com o ensino e a aprendizagem (LABURÚ; SILVA, 2011).

Outros ainda buscam estabelecer as relações que existem e que possam vir a beneficiar o ensino de ciências de modo a fazer com que os alunos passem a serem questionadores e trazerem diferentes percepções a respeito da aula experimental. Pois quando o professor se propõe a trabalhar com o laboratório didático existe a necessidade de diferentes modos de atuar nas aulas além das teorias e práticas pedagógicas trabalhadas em sua formação. A mera inserção dos adolescentes em atividades práticas não é fonte de motivação (GUIMARÃES, 2009, p. 202) e possivelmente não irá contribuir para a aprendizagem de ciências dos alunos.

Para Salvadego e Laburú (2009),

[...] uma aula experimental, seja ela com manipulação do material pelo aluno ou demonstrativa, não está associada a um aparato experimental sofisticado, mas à sua organização, discussão e análise, que possibilitam interpretar os fenômenos químicos e a troca de informações entre o grupo que participa da aula (SALVADEGO; LABURÚ, 2009, p.216-217).

Ou seja, não se pode justificar a ausência do uso do laboratório didático no ensino de ciências com justificativas do tipo falta de reagentes, vidrarias, espaço adequado, entre outros. Está no professor a responsabilidade de repensar suas práticas realizadas em sala de aula e propor melhorias para o processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com o referencial das Múltiplas Representações e dos Multimodos no ensino de Ciências, o laboratório didático é tido como um importante espaço instrucional para ativar modos e formas de representação diferentes e complementares que objetiva a promoção da aprendizagem dos conceitos científicos. Espera-se que com a utilização de uma estratégia

didática amparada por esses referenciais, os estudantes consigam ultrapassar obstáculos conceituais.

Esse trabalho se situa em defesa da utilização de atividades experimentais, abrangendo a esfera do sensível, dos procedimentos experimentais, da movimentação corporal e das ações dos estudantes. Os estudantes devem buscar o intrincado pensamento científico e matemático em gestos, olhares, ações, habilidades, procedimentos e outras produções semióticas, e não apenas em modos verbais padronizados (O'BYRNE, 2009).

Pelo laboratório didático ser um lugar para a realização de atividades empíricas, nesse espaço pode ser ativados diferentes modos de representação que serão diferentes dos que são utilizados normalmente fora desse ambiente. Por essa razão, tais modos levam à estimulação de processos cognitivos específicos para a construção dos significados ensinados, com reflexos para a produção do entendimento conceitual (LABURÚ; SILVA, 2011).

Vários os modos que podem ser utilizados para representar os raciocínios e os conhecimentos científicos, um deles pode ser a cinesia, que é capacidade de imprimir movimentos aos membros do nosso corpo e assim cumpre um papel particular para fazer a integração dos vários conceitos e formas de aprendizagem em ciências. Essa cinesia se refere a toda ação corporal utilizada durante o discurso científico, que expressa sinais carregados de significados (WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2006). O seu uso por meio do laboratório didático possui ações que são imediatas e podem vir a implicar em ações concretas sobre o discurso científico.

Segundo Laburú e Silva (2011), essa importância nos modos de representação, em especial o da cinesia, fica muito bem evidenciado nas atividades de caráter empírico, por meio de procedimentos experimentais, formas de manipulação de reagentes e vidrarias no laboratório de química.

A realização de atividades empíricas imprime modos e formas de representar o conceito científico estudado de diferentes formas daqueles comumente usados em sala de aula. Assim sendo, há um maior estímulo de processos cognitivos específicos para a construção de significados entre os estudantes.

As atividades experimentais são uma forma a mais de auxiliar o estudante a entender o conceito científico a ser estudado. Desse modo, pode-se dizer que as atividades experimentais são complementares ao ensino, e vai mais além, pois, também se constitui em uma forma de representação 3D, onde as mãos e os olhos se tornam prioritários para a aprendizagem.

Existe uma tendência dos estudantes a explicar os fenômenos químicos e científicos somente sob a perspectiva macroscópica, pois, dificilmente possuem competências ou bagagem teórica suficiente para compreender fenômenos que exigem um elevado nível de abstração (JOHNSTONE, 2000), como é o caso do conceito de polaridade e ligações químicas, que são temas importantes para o estudo de como são formadas as espécies ácidas e básicas.

Pelo exposto no texto as atividades realizadas por meio do laboratório didático podem ser exploradas de maneira manipulativa e em relação a percepção do real, pois as mesmas se apresentam como sistemas semióticos que podem se complementar, aprimorar e refinar os conceitos trabalhados pelo professor e melhorar a capacidade cognitiva dos alunos, pois como nas teorias ácido-base os conceitos aparecem abstratos para a maioria dos alunos. Com a utilização da multimodalidade representacional no laboratório didático, procura-se evitar que o conceito trabalhado pelo professor disponha-se em fragmentos isolados e descontextualizados.



Ao citar a frase de Albert Einstein “imaginação é mais importante que conhecimento”, pode-se transpor o significado dessa citação no Ensino de Química, pois, a questão das representações no processo de ensino e aprendizagem é muito importante e deve ser levada em consideração dentro da pauta dos objetivos educacionais.

Quando se trabalha com os multimodos e com as múltiplas representações pretende-se potencializar o ensino e a aprendizagem se tornar mais significativa e duradoura, na qual os alunos conseguem estabelecer várias ligações entre os conceitos estudados e sua vida cotidiana. Um maior número de relações e conexões construídas é favorecido, o que torna possível outorgar significados e funcionalidade aos novos conceitos e princípios aprendidos (LABURÚ; SILVA, 2011).

A aprendizagem do conhecimento químico não pode ser uma mera leitura a respeito de símbolos químicos e teorias, mas da sua interpretação e reflexão por meios que levem a significados. Um desses meios é o uso dos multimodos e das múltiplas representações, pois todo conceito científico é, simultaneamente, um sinal em um discurso semântico verbal e em um sistema operacional de significados de ação (LEMKE, 2003).

## **Implicações para o ensino**

Diante do exposto acima sobre o referencial dos multimodos e das múltiplas representações, foram apresentados alguns argumentos para o seu uso em sala de aula, em especial no ensino de química. Deve-se promover um ensino baseado no pluralismo metodológico com a inclusão de atividades experimentais por meio de um olhar multicultural e semiótico.

Os modos representacionais que serão utilizados terão o papel de auxiliar e/ou complementar o conceito científico trabalhado, neste trabalho as teorias ácido-base, para que tanto o ensino quanto a aprendizagem se tornem efetivos e cada vez mais significativos para os estudantes, visto que na maioria das escolas o ensino ainda se caracteriza como um monólogo e não de forma dialógica por meio da diversidade representacional.

Quando se pensa na aprendizagem dos estudantes, deve-se sempre preocupar-se em trazer para os mesmos um conhecimento mais amplo e diversificado sobre os conceitos científicos para poder trabalhar de forma satisfatória não somente com o laboratório didático, mas também com os outros modos de representação que possam vir a satisfazer as situações colocadas nas salas de aula.

Também se acredita que com esse trabalho seja possível estar contribuindo para tornar mais efetiva e produtiva as discussões no âmbito da multiplicidade representacional e do uso adequado do laboratório didático. Pois o mesmo pode e deve ser um espaço onde os professores poderão fazer a mobilização, instigar e explorar a inteligência e os conhecimentos prévios dos estudantes, para que os conceitos científicos estudados venham a fazer sentido a eles e que os mesmos possam transitar entre as diferentes formas de representação de determinados conteúdos.

## **Agradecimentos e apoios**

Os autores agradecem a CAPES, ao CNPq pela bolsa concedida pelo processo 302281/2015-0 e a comissão organizadora do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC.

## Referências

- AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & Education**, v. 33, p. 131–152, 1999
- BAROLLI, E. LABURÚ, C.E.; GURIDI, V. Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 9, n. 1, p. 88-110, 2010.
- BLOSSER, P., The role of the laboratory in science teaching, **School Science and Mathematics**, 83, pp.165-169, 1983.
- CHAGAS, A. P. Teorias ácido-base do século XX. **Química Nova**, São Paulo , n. 9, p. 28-30, 1999.
- DORAN, R. L.; BOORMAN, J.; CHAN, F., e HEJAILY, N., Alternative assessment of high school laboratory skills, **Journal of Research in Science Teaching**, 30, pp. 1121-1131, 1993.
- DUVAL, R. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning os mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, n. 61, p. 103-131, 2006.
- GUIMARÃES, C. C., Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratório. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 46, n. 3, p. 225-247, 2009.
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N., The Laboartory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century, **Science Education**. 88, 1, pp. 28-54, 2004.
- JENSEN, W.B. **The Lewis acid-base concepts**. Nova Iorque: Wiley, 1980.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRIGUEZ, A. B.; DUSCHL, R. A. “Doing the lesson” or “Doing science”: Arguments in high school genetics, **Science Education**, 84, 6, pp. 757-792, 2000.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of Chemistry: logical or psicological?. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.
- LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. **Educação Científica: Controvérsias Construtivistas e Pluralismo Metodológico**. Londrina: Eduel, Biblioteca Universitária, 2005.
- LABURU, C. E.; SILVA, O. H. M. O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. **Ciência e educação**. vol.17, n.3, pp.721-734, 2011.
- LEMKE, J. L. **Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions**, 2003.
- O’BYRNE, B. Knowing more than words can say: using multimodal assessment tools to excave and construct knowledge about wolves. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Dordrecht, v. 31, n. 4, p. 523-539, 2009
- PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study os teacher’s ‘and students’use of multimodal Representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, Dez. 2006.
- RADFORD, L.; EDWARDS, L.; ARZARELLO, F. Introduction: beyond words. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 70, n. 2, p. 91-95, 2009.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. E., Uma análise das relações do saber profissional do professor do ensino médio com a atividade experimental no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 216-223, ago. 2009.

SANTAELLA, L. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Thomson, 2005.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, Dordrecht, v.37, n. 3, p. 313-331, 2007.

VAN DEN BERG, E.; KATU, N.; LUNETTA, V. N., The role of “experiments”, conceptual change, **Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching**, Anaheim, CA, 1994.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Learning junior secondary science through multi-modal representations. **Electronic Journal of Science Education**, Georgetown, v. 11, n. 1, p. 87-107, 2006.

WHITE, R. T. The link between the laboratory and learning. **International Journal of Science Education**, Abingdom, v. 18, n. 7, p. 761-774, 1996.