

PROPOSTA PARA A REELABORAÇÃO CONCEITUAL POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

PROPOSAL FOR THE CONCEPTUAL RE-ELABORATION THROUGH EXPERIMENTAL ACTIVITIES

Rafael Pina Lima¹

Marcelo Leite dos Santos²

Erivanildo Lopes da Silva³

Resumo

Diversos temas químicos requerem dos alunos uma elaboração conceitual para que os fenômenos observáveis sejam compreendidos, sendo estes, muitas vezes, disseminadores de ideias contrárias ao ponto de vista científico. O presente artigo tem como finalidade propor a utilização de um Kit de Experimentação Investigativa (KEI), composto por 09 experimentos científicos, para tratar diferentes conceitos de Química, visando propiciar aos estudantes condições de construir e/ou reconstruir suas concepções alternativas em torno de modelos explicativos cientificamente aceitos. O KEI sugerido neste trabalho foi confeccionado adotando as premissas de materiais de baixo custo, fácil manuseio, reprodutível e com dimensão portátil, visto que muitas escolas não apresentam infraestrutura laboratorial, bem como dispõem de poucos recursos financeiros, não podendo adquirir materiais dispendiosos.

Palavras-Chave: Experimentação Investigativa, Concepções Alternativas, Kits de Química.

Abstract

Several Chemistry subjects require from the students a conceptual elaboration for the comprehension of observed phenomena. Sometimes these issues are disseminators of ideas contrary to the scientific point of view. In this paper we present an Investigative Chemistry Experiment Kit (KEI) comprised by 09 scientific experiments. This experimental kit intends to treat different Chemistry concepts in order to enable students to redesign its alternative conceptions to explicative models scientifically accepted. The KEI suggested in this work was made by adopting the assumptions of low-cost materials, easy to use, reproducible and portable size, since many schools do not have laboratory facilities and have few financial resources and cannot acquire expensive materials.

Keywords: Investigative Experimentation, Alternative Conceptions, Chemistry Experiment Kit.

¹ Químico Graduado em Licenciatura (2013) pela Universidade Federal de Sergipe - Campus Universitário Professor Alberto Carvalho (UFS - Campus Itabaiana). Universidade Federal de Sergipe

² Docente permanente do Departamento de Química (DQCI) do Campus Prof. Alberto Carvalho (Itabaiana-SE) da UFS. Universidade Federal de Sergipe

³ Universidade Federal de Sergipe

Introdução

Na Química, inúmeros são os conceitos que requerem dos estudantes a construção de modelos explicativos para os fenômenos observáveis. Muitos estudos têm mostrado a gama de concepções sobre conceitos químicos por parte dos estudantes, dentre estes, podemos destacar: energia, estrutura atômica, íons, ligações químicas, reatividade, transformações, ácidos e bases, equilíbrio químico, entre outros. Em grande parte desses estudos é evidenciado que as concepções dos alunos são destoantes do ponto de vista da Ciência, o que a literatura aponta como “concepções alternativas”, nesse sentido destacamos os trabalhos de França *et al.* (2009), Mortimer e Amaral (1998), Mortimer e Miranda (1995) e Rosa e Schnetzler (1998).

Ao analisar o sentido etimológico, a palavra concepção é definida como “ato ou efeito de conceber, gerar, ou de formar ideias” Ferreira (2001, p. 171). A palavra alternativa significa “alternância, ou que adota posição independente” Ferreira (2001, p. 34). Neste contexto, adotaremos neste artigo concepções alternativas como sendo a ideia divergente da comunidade científica sobre os conceitos químicos.

O ensino de Ciências (Química, Física, Biologia, etc.) requer constante inter-relação entre teoria e prática. A utilização da experimentação no ensino de Química é defendida por diferentes autores, tendo em vista que esta ciência é constituída de uma base fenomenológica e suas teorias explicativas sobre estes fenômenos. Segundo Giordan (1999, p. 43), a experimentação também apresenta caráter motivador, despertando nos alunos um intenso interesse nos diversos níveis escolares. Desse modo, a experimentação investigativa pode ser uma importante ferramenta de auxílio ao professor, bem como aos alunos, no processo de ensino e aprendizagem, minimizando a elaboração de concepções alternativas por parte dos estudantes.

Nesta perspectiva, realizamos um levantamento da literatura sobre as concepções alternativas dos estudantes, a respeito de diferentes temas, e propomos a utilização de um conjunto de experimentos para auxiliar na elaboração de modelos explicativos alinhados com as ideias da comunidade científica. Nesse conjunto, que denominaremos como Kit de Experimentação Investigativa (KEI), é inerente o emprego da experimentação investigativa, sendo esta uma abordagem muito adequada para propiciar uma maior participação do aluno no processo de ensino e aprendizagem. Segundo Suart *et al.* (2010) esta metodologia favorece a participação dos alunos no processo de coleta de dados, análise, discussão, bem como propicia o desenvolvimento das habilidades cognitivas, pois este é exposto a uma situação problema despertando um interesse para solucioná-lo.

Visto que os antigos kits de Química tinham como principal finalidade a divulgação científica, o presente artigo sugere a utilização desse material, elaborado nas premissas de emprego de materiais alternativos, de simples manuseio, facilmente reproduzível, de dimensão portátil e com experimentos investigativos, de forma que propicie aos estudantes uma interação adequada para a elaboração de conceitos cientificamente aceitos, bem como com o uso da linguagem científica.

Breve histórico dos kits experimentais

Por muito tempo, a utilização de “kits de Experimentação” teve suma importância no que se refere a uma alternativa para a divulgação científica. Segundo Schulz (2009, p. 51), definir o surgimento dos “kits experimentais” não é trivial, já que no início do século XX existia uma semelhança entre os modelismos e modelos de máquinas com características de divulgação da tecnologia. Os primeiros “kits de Química” registrados são do ano de 1917 e foram produzidos nos Estados Unidos pelas *Porter Chemical Company* e *A. C. Gilbert*. Estes kits eram revendidos em lojas de brinquedos em Nova York e Washington, sendo comercializados como “brinquedos educativos para garotos”. Na Europa, há registros dos primeiros kits na Alemanha, no ano de 1920, lançados pela *Editora Kosmos* (SCHULZ, 2009).

No Brasil, a difusão da Ciência teve como marco inicial a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN/ Lei nº. 4024/61) que propiciou um espaço amplo para o ensino de Ciências, sendo que, neste processo, duas instituições merecem destaque: IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura), criado a partir do Decreto Lei 9.355 de 13/06/1946 e a FUNBEC (Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências) criada em 1967 com auxílio do IBCEC (SCHULZ, 2009). Estas instituições tinham como princípio melhorar a qualidade do ensino de Ciências, além de impor modificações no ensino da época.

No ano de 1950, o pesquisador e professor universitário Isaias Raw criou uma feira de ciências, em São Paulo, com intuito de estimular crianças a produzir e expor seus trabalhos, incentivando os jovens à educação científica. Esta ideia foi consolidada devido à existência do IBCEC. Entretanto, Isaias Raw percebeu que este projeto deveria ser ampliado e possuir foco na educação básica, já que segundo palavras próprias “[...] ficou claro para mim que 20 pessoas não iam mudar o Brasil. Tínhamos que achar um outro jeito de multiplicar esse processo [...]” (RAW, 2005). Desse modo, com finalidade de ampliar e difundir o projeto, Raw criou os primeiros kits e

minikits de Química entre os anos de 1960 e 1963, na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

Mais recentemente, em um trabalho de mestrado desenvolvido por Costa (2008) em Portugal, foi reunido um conjunto de atividades denominado Kit Básico de Atividades Experimentais, que abordam conceitos referentes a Química e Física. Segundo Costa (2008, p. 33), este kit possui características particulares: simples manuseio, baixo preço e fácil obtenção (alguns recicláveis). Conforme Costa (2008, p. 33), muitas escolas dispõem de poucos recursos financeiros, não podendo comprar itens laboratoriais, ou dispor de infraestrutura adequada, sendo que estes fatores podem afetar o desempenho do ensino em Ciências. No que se refere ao Brasil, não existem relatos na literatura sobre kits de Química que possam ser utilizados para trabalhar com as concepções alternativas dos estudantes. Todos os trabalhos pesquisados apresentam atividades experimentais isoladas, não fazendo sugestão de como tais atividades podem auxiliar os estudantes a suprirem as dificuldades no entendimento de conceitos químicos. Havendo assim, um grande espaço para trabalhos como o que aqui apresentamos.

Metodologia

Para fins de compreensão, dividimos a metodologia desse trabalho em duas partes: metodologia de confecção do KEI e levantamento da literatura com a respectiva categorização das concepções alternativas dos estudantes sobre diversos conceitos químicos.

Para a elaboração do KEI proposto nesse trabalho seguimos o raciocínio de Chrispino (1989), imaginando esse processo como constituído de três fases. Na primeira fase, levantamento na literatura e comércio local, realizamos um levantamento de atividades experimentais que requeiram, para seu entendimento, aspectos predominantemente qualitativos dos fenômenos. Ainda nesta fase, selecionamos substâncias que podem ser adquiridas no comércio local ao invés dos reagentes de elevada pureza, bem como racionalizamos o papel destas substâncias em cada experimento para posteriores substituições. Ao final desta fase, elaboramos uma lista de materiais alternativos substitutos dos insumos e equipamentos de laboratório numa escala miniaturizada.

Na segunda fase, adaptação e testes, adquirimos as substâncias em farmácias e mercados, além dos demais materiais alternativos citados na fase anterior. Além disso, realizamos um estudo prático com finalidade de adaptação dos experimentos com os reagentes alternativos. Concluímos esta fase com um estudo da reprodutibilidade dos experimentos científicos com os materiais e reagentes obtidos na primeira fase.

Na terceira e última fase, seleção e confecção do KEI, selecionamos os experimentos que apresentaram melhores resultados de reprodutibilidade. Após esta seleção, partimos para a confecção dos manuais com os seguintes tópicos: normas de segurança; comparativo entre os materiais de laboratório com os itens contidos no KEI; ficha de acompanhamento (problemas investigativos) de cada atividade e roteiro dos experimentos. Por fim, concluímos a construção do KEI reunindo todos os materiais numa caixa para que possam ser transportados até o local de sua aplicação.

Foi realizado um estudo na literatura para identificar as concepções alternativas apresentadas por estudantes de Química. Nesta perspectiva, foram levantados os trabalhos de diversos autores que investigaram concepções errôneas dos alunos sobre conceitos químicos. Entre estes conceitos podemos destacar os seguintes: energia, estrutura atômica, íons, ligações químicas, reatividade, transformações químicas, ácidos e bases, equilíbrio químico, entre outros. Visto a grande diversidade de ideias verificadas, resolvemos agrupá-las por temas (Energia, Estrutura Atômica e Interação e Transformações Químicas) e associá-las com os experimentos que compõem o KEI.

Resultados e discussão

O conjunto de materiais elaborados apresentou características muito específicas: simples manuseio, utilização de materiais alternativos (algumas vezes recicláveis), facilmente reprodutível e dimensão portátil (Figura 01).

Figura 01: Imagem do KEI apresentando os materiais que o compõem.



Como resultado da descrição apresentada na metodologia de confecção, o KEI reuniu um conjunto de 09 experiências científicas distribuídas numa caixa. No quadro 01, estão explicitadas as atividades experimentais contidas no KEI, bem como sugestões de temas que cada experiência pode abranger.

Quadro 01: Composição do KEI e sugestões de temas que podem ser explorados.

| Experimento | Nome do Experimento | Sugestões de Temas a Explorar |
|-------------|--|---|
| Exp. 01 | Luz visível e absorção da radiação | Radiação eletromagnética; formas de energia; soluções e suas concentrações. |
| Exp. 02 | Condutividade elétrica e natureza das soluções | Ligações químicas; estrutura atômica; presença e formação de íons; natureza das soluções; condutores, isolantes e semicondutores. |
| Exp. 03 | Indicadores naturais de pH | Caráter ácido e básico de substâncias; papel e propriedades de indicadores naturais de pH. |
| Exp. 04 | Produzindo eletricidade | Formas de energia; pilhas e suas reações; carga, corrente e voltagem elétrica; oxidação e redução e semi-reações. |
| Exp. 05 | Gerando movimento | Trabalho de expansão; evidências de transformações e movimento. |
| Exp. 06 | Relógio violeta | Cinética química e fatores que afetam a velocidade de reações. |
| Exp. 07 | Tintas secretas | Transformações químicas; formas de energia; temperatura e calor. |
| Exp. 08 | Titulação qualitativa | Força dos ácidos e bases; escala de acidez e basicidade e efeitos de diluição. |
| Exp. 09 | Química mágica | Propriedades coligativas; transferência de energia e mudança de entropia (G_m). |

O KEI possui um manual de confecção detalhado de todas as experiências com os materiais necessários para sua construção. Além disso, o KEI também possui uma ficha de acompanhamento para cada experimento que sugere atividades para a exploração de diversos temas numa perspectiva de experimentação investigativa.

Com intuito de facilitar a discussão da utilização do KEI nos afrontamentos das ideias alternativas dos estudantes, e devido à grande diversidade destas ideias, realizamos um agrupamento dos resultados e classificamo-nos em três grandes temas: Energia; Estrutura Atômica e Interação e Transformações Químicas, que são apresentados a seguir.

Energia

Em estudos descritos na literatura sobre concepções dos estudantes sobre formas de energia é evidente que conceitos abstratos são, em geral, disseminadores de concepções errôneas dos estudantes. Segundo Mortimer e Amaral (1998, p. 31), algumas concepções alternativas dos estudantes sobre formas de energia estão relacionadas com a definição e significado de calor e temperatura empregados no cotidiano. Na sua análise, Mortimer e Amaral perceberam que os alunos confundem corpos com diferentes temperaturas, mencionando que um corpo quente possui calor e um corpo frio possui frio.

Nesta perspectiva, Silva *et al.* (2013) investigaram as concepções alternativas de estudantes de Química sobre outro conceito relacionado com energia, a radioatividade. Segundo os autores, os alunos apresentaram ideias alternativas sobre este conceito, principalmente no que se refere à estabilidade, atribuída por alguns estudantes aos elétrons dos elementos radioativos; contaminação e tempo de meia vida, que não dependeriam necessariamente do tipo de elemento radioativo.

No quadro 02, a seguir, estão descritas as atividades experimentais contidas no KEI proposto em nosso trabalho que podem ser utilizadas nos afrontamentos das concepções alternativas dos estudantes.

Quadro 02: Possíveis relações entre o KEI e concepções sobre formas de energia.

| Experimento | Abordagem Investigativa | Temas Levantados | Concepções dos Estudantes |
|------------------|---|---------------------|--|
| Exp. 01 e 06 | Luz visível e sua detecção: a forma mais comum de radiação | Radioatividade | <ul style="list-style-type: none"> • Confusão entre irradiação e contaminação radioativa. • Atribuir a estabilidade dos elementos radioativos aos elétrons. • Tempo de meia vida não depende necessariamente de cada elemento radioativo. |
| Exp. 05, 07 e 09 | Sensação e equilíbrio térmico: diferenças entre calor e temperatura | Calor e temperatura | <ul style="list-style-type: none"> • Calor é uma substância. • Tipos de calor: quente e frio. • Calor é diretamente proporcional à temperatura. |

Como apresentado no quadro 02, as concepções alternativas apresentadas por estudantes no tocante as duas formas de energia enumeradas acima, radioativa e na forma de calor, podem ser trabalhadas através do KEI proposto.

O experimento 01, “Luz visível e absorção da radiação”, consiste em um simulador de espectrofotômetro, composto por um conjunto de quatro lâmpadas de LED (*Light Emitting Diode*, diodo emissor de luz), um LDR (*Light Dependent Resistor*, fotoresistor), multímetro e um carregador de bateria de celular, capazes de detectar luzes (ou radiações) em diferentes intensidades e comprimentos de onda. Para isso são empregadas diferentes soluções de permanganato de potássio. A intenção deste experimento é apresentar a natureza e a absorção da luz visível, a forma mais comum de radiação e que normalmente é desconsiderada. A proposta é de que este experimento, assim como o experimento 06, “Relógio Violeta”, que trata da cinética de uma reação acompanhada pela medida da absorção da luz visível, possam auxiliar na reelaboração de conceitos relativos à natureza da radiação eletromagnética e no entendimento de diferentes formas de energia, permitindo superar as confusões entre irradiação e contaminação; a natureza dos fenômenos radioativos nucleares (raios gama e partículas radioativas), eletrônicos (radiação ultravioleta e visível) e moleculares (radiação micro-ondas e infravermelha).

Ainda sobre energia, a sua apresentação na forma de calor pode ser discutida com os experimentos 05, 07 e 09, “Gerando movimento”, “Tintas secretas” e “Química mágica”, respectivamente. No experimento 05 é realizada uma reação exotérmica com liberação de gás num sistema inicialmente fechado, mas que com o aumento da pressão interna consegue expulsar a tampa provocando movimento do recipiente que o contem. Neste experimento simples de reação entre ácido acético e bicarbonato de sódio a liberação de energia na forma de trabalho de expansão isobárico e calor podem ser discutidos. No experimento 07 uma fonte de calor (vela em combustão ou ferro de passar) é utilizada para efetuar reações químicas (endotérmicas) de revelação das tintas secretas. No experimento 09, pode ser discutida a mudança da temperatura de fusão do gelo pela adição de cloreto de sódio ao mesmo e, em outra situação, pela aplicação de pressão ao sistema. Nestes experimentos, os alunos podem investigar fenomenologicamente a transferência de energia na forma de calor, participando efetivamente da coleta de dados e na formulação de hipóteses sobre os referidos resultados, permitindo segundo Suart *et al.* (2010, p. 200) o desenvolvimento cognitivo, bem como a ampliação da compreensão conceitual de calor, superando as ideias citadas no quadro 02.

Estrutura Atômica e Interação

Em um trabalho sobre concepções alternativas de estrutura atômica e íons, França *et al.* (2009) faz referência à necessidade dos alunos possuírem modelos explicativos aceitos cientificamente para poder evoluir no aprendizado de Química. No que se refere à estrutura dos

átomos e íons pode-se citar que estes são pré-requisitos para compreensão de outros conceitos: pH, oxidação-redução, ligações químicas, entre outros. Neste aspecto França *et al.* (2009), identificaram as concepções de estudantes sobre átomos, íons e elétrons. Segundo a autora e seus colaboradores, os alunos relacionam a estrutura da matéria como sendo partículas físicas, ou seja, utilizam ideias macroscópicas de grãos, pedras, etc. para relacionar com o átomo, apresentando pouca capacidade de expor o caráter descontínuo da matéria.

Além destas ideias sobre estrutura da matéria, Fernandes e Marcondes (2006), apontam outras concepções alternativas dos estudantes sobre as interações entre os átomos, as ligações químicas: confusão entre ligação covalente e iônica; compostos iônicos vistos como entidades discretas, sem retículo cristalino; ligações covalentes são fracas; elétrons são compartilhados igualmente na ligação covalente; confusão entre ligação covalente e forças intermoleculares, intramoleculares e outras.

No quadro 03 estão relatadas as concepções alternativas sobre estrutura atômica e interações, atividades experimentais contidas no KEI, bem como sugestões de abordagem investigativas.

Quadro 03: Possíveis relações entre o KEI e concepções sobre estrutura atômica.

| Experimento | Abordagem Investigativa | Temas Levantados | Concepções dos Estudantes |
|----------------------|--|------------------|---|
| Exp. 02, 03, 04 e 08 | A natureza elétrica da matéria: como surgem e “agem” as cargas elétricas | Átomos e íons | <ul style="list-style-type: none"> • O átomo é a menor partícula da matéria. • Confusão entre átomo e célula. • Se o átomo perder elétrons, o átomo morre. • Os íons são cargas. • Conceito de íons semelhante ao de átomo. • Os elétrons não podem ser removidos. • Íons são partículas dos átomos. |
| Exp. 01, 02 e 05 | Forças químicas que fazem e modificam o universo: sua origem e importância | Ligações | <ul style="list-style-type: none"> • Ligações são entidades físicas. • As ligações devem satisfazer a regra do octeto. • Ligações covalentes são fracas. • Na ligação covalente, os elétrons são igualmente compartilhados. • Ligações covalentes são rompidas na mudança de fase. |

No que se refere ao tema estrutura atômica e interação, o KEI contém nos experimentos 02 e 04, “Condutividade elétrica e natureza das soluções” e “Produzindo eletricidade”, respectivamente, atividades focadas na condução de eletricidade de diferentes materiais/soluções

e sua produção por alguns tipos de pilhas. A identificação da natureza dos materiais avaliados, compostos iônicos (sal de cozinha) ou moleculares (açúcar), condutores (grafite e metais) ou isolantes (madeira e plásticos), e sua condutividade elétrica, assim como a produção de eletricidade através de reações químicas, podem ajudar na identificação das cargas (elétrons e íons) como responsáveis pelo caráter elétrico da matéria. Já nos experimentos 03 e 08, “Indicadores naturais de pH” e “Titulação qualitativa”, respectivamente, o papel do próton (H^+), importante carga elétrica, também pode ser discutido e reconhecido. Este conjunto de elementos, abordados em conjunto e articuladamente, podem auxiliar os estudantes na diferenciação entre átomos, íons e elétrons.

É praticamente impossível dissociar a discussão sobre ligações químicas de estrutura atômica, por isso, grande parte dos argumentos utilizados acima também permite uma abordagem da natureza e força das ligações. No experimento 02, por exemplo, a condutividade elétrica pode ser correlacionada com os tipos de ligação química: iônica, covalente (ou molecular) e metálica. Para compreensão mais aprofundada dessas forças químicas os experimentos 01 e 05 do KEI, “Luz visível e absorção da radiação” e “Gerando movimento” também podem ser empregados. Com o experimento 01 e de forma criteriosa é possível trabalhar na construção de modelos explicativos para a absorção da radiação e transições eletrônicas, auxiliando os estudantes, aqui particularmente os de Ensino Superior, na compreensão da formação de orbitais moleculares, que explicam as ligações covalentes. Já o experimento 05, de forma mais simples, pelo emprego de símbolos químicos, pode ajudar na compreensão das quebras e formações de ligações químicas.

Transformações Químicas

O maior número de relatos sobre concepções alternativas encontrado na literatura diz respeito ao tema transformações químicas. No trabalho de Rosa e Schnetzler (1998) é apresentado um amplo levantamento sobre autores que investigaram tais concepções. Em um destes trabalhos identificaram-se, em alunos holandeses, suas ideias sobre transformações químicas: existem moléculas “quentes” e moléculas “frias”; um metal é bom condutor de calor porque cada átomo é bom condutor; nos líquidos, as moléculas são pequenas e em forma de pequenas gotas; a cola funciona devido a uma fina camada adesiva da própria substância; entre outras.

Outro trabalho identificou concepções de discentes portugueses sobre transformações químicas como tendo um “reagente principal” que em geral é um sólido, ou como sendo um ácido, pois é uma substância “forte”. Em outro estudo investigaram dos alunos gregos suas ideias a respeito de reações e estes expressaram conceitos unicamente fenomenológicos. No Brasil, em mais um trabalho citado Rosa e Schnetzler identificou que alunos da primeira série do ensino médio possuem concepções sobre reações químicas como sendo uma simples mistura de materiais. Ainda nesta perspectiva, um último estudo também destacou que alguns discentes definiam os processos como mera mudança de estado físico.

No quadro 04 são apresentadas as atividades contidas no KEI relacionadas com as concepções alternativas sobre transformações químicas.

Quadro 04: Possíveis relações entre KEI e concepções sobre transformações químicas.

| Experimento | Abordagem Investigativa | Temas Levantados | Concepções dos Estudantes |
|---------------------------|---|------------------|--|
| Exp. 04, 05, 06, 07 e 08. | Estudar as transformações da matéria nos aspectos macro e microscópio | Reações químicas | <ul style="list-style-type: none"> • Existência de reagente principal e reagente secundário. • As reações são sempre visíveis. • Nas reações algumas substâncias desaparecem. • Reações são misturas de materiais. • Reações são mudanças de estado físico. • A massa do sistema aumenta numa reação de precipitação. • Os ácidos são reagentes ativos e o metal reagente passivo. • A ferrugem de um prego é um fungo que se propaga no ar. |

No KEI, as experiências 04, 05, 06, 07 e 08 possuem características já discutidas que podem afrontar as concepções alternativas dos estudantes. Estes experimentos permitem discutir diferentes reações químicas e relacioná-las com a natureza das ligações químicas e propriedades apresentadas.

No experimento 04, “Produzindo eletricidade”, reações de oxidação-redução podem ser discutidas, a natureza elétrica da matéria e a formação de espécies com diferentes estados de oxidação permitem uma abordagem mais profunda dessas transformações. No experimento 05, “Gerando movimento”, a quebra e formação de ligações químicas, como apresentada no título anterior, é outro aspecto preponderante para a superação das concepções alternativas apontadas

no quadro 04. No experimento 06, “Relógio violeta”, o tempo em que as reações ocorrem, aspecto normalmente isolado no ensino de Química, pode ser avaliado e compreendido. No experimento 07, “Tintas secretas”, o papel do calor nas reações químicas é considerado, sendo este um importante fator para reconhecê-las. No experimento 08, “Titulação qualitativa”, reações ácido-base e “viragem” (mudança de coloração) também são abordadas, ampliando o conjunto de transformações químicas e propriedades que as acompanham.

Esta abordagem mais aprofundada e correlacionada pode auxiliar os estudantes a superar as dificuldades encontradas na compreensão das transformações químicas, principalmente ao superar o seu entendimento somente pelos aspectos macroscópicos e fenomenológicos.

Considerações finais

Visto a importância da experimentação no ensino de Química, bem como a necessidade de desenvolvimento de estratégias para a formulação de modelos explicativos cientificamente aceitos, por parte dos alunos, sobre diversos conceitos químicos, neste artigo apresentamos sugestões que podem contribuir para uma melhoria do ensino e aprendizagem de Química.

Mesmo tendo desenvolvido um Kit de Experimentação Investigativa (KEI) amplo, que aborda diferentes aspectos e conceitos da Química, e apesar das sugestões de aplicações do mesmo com a intenção de confrontar as concepções alternativas dos estudantes, inclusive mostrando a inter-relação entre os experimentos, se faz necessária a continuação desta e a criação de outras metodologias que auxiliem professores e alunos. A criação de materiais que dão suporte às atividades pedagógicas não é, por si só, capaz de afetar de forma substancial o ensino de Ciências no Brasil e no mundo, sendo assim, a formação do professor talvez seja o principal fator para esta mudança.

[...] a formação do professor constitui o factor-chave que determina a qualidade da educação científica que a escola pode proporcionar. Os novos materiais, por muito atractivos que sejam, por muito bem apoiados que estejam nas teorias pedagógicas, por muito detalhados e sustentados que sejam, jamais poderão ser eficazes se os professores não forem capazes de os compreender e utilizar cabalmente. (HARLEN, 1983, p. 185).

Referências bibliográficas

CHRISPINO, A. Ensinando Química Experimental com Metodologia Alternativa. **Química Nova**, Rio de Janeiro, p. 187-191, 1989.

- COSTA, S. M. L. S. D. **Proposta de um Kit Básico de Actividades Experimentais de Física e de Química para o 1º Ciclo do Ensino Básico**, dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Coimbra, p. 1-187. 2008.
- FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos Estudantes Sobre Ligação Química. **Química Nova na Escola**, p. 20-24, Novembro 2006.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **O Minidicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001, p. 790.
- FRANÇA, A. D. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. D. Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, p. 275-282, Novembro 2009.
- GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, Novembro 1999.
- HARLEN, W. “Informe Final de la Reunión de Expertos sobre La Incorporación de Ciencia y de Tecnología en el Currículo de la Escuela Primaria”. In W. Harlen (ed.), *Nuevas Tendências de la Educación Científica en la Escuela Primaria*, vol. I Montevideo: UNESCO.
- MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: Concepções de Estudantes Sobre Reações Químicas. **Química Nova na Escola**, p. 23-26, Novembro 1995.
- MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto Mais Quente Melhor: Calor e Temperatura no Ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, p. 30-34, Maio 1998.
- RAW, I. Cientista Bom de Briga: Depoimento. [Julho de 2005] Pesquisa FAPESP. Entrevista concedida a Cláudia Iziq e Neldson Marcolin.
- ROSA, M. I. D. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a Importância do Conceito Transformação Química no Processo de Aquisição do Conhecimento Químico. **Química Nova na Escola**, p. 31-35, Novembro 1998.
- SCHULZ, P. A. B. Linguagens perdidas de divulgação científica: simulacros e artesanatos. **Revista Rua**, Campinas, v. 2, p. 47-57, Novembro 2009.
- SILVA, F. C. V. D.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. D. Concepções Alternativas de Liceiandos em Química Sobre Reatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. VIII, p. 87-97, 2013.
- SUART, R. D. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A Estratégia “Laboratório Aberto” para a Construção do Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas. **Química Nova na Escola**, p. 200-207, Agosto 2010.