

Conteúdos curriculares no ensino de química: analisando artigos da *Química Nova na Escola* sobre experimentação

Aline Kundlastch¹, Gabriela Agostini², Gabriela Leonel Rodrigues³

¹Licenciada e Bacharela em Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR/Brasil).

²Licenciada em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP/Brasil).

³Licenciada em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Curricular contents in chemistry teaching: analyzing articles in the *Química Nova na Escola* about experimentation

Informações do Artigo

Recebido: 21/03/2018

Aceito: 19/06/2018

Palavras chave:

Conteúdos curriculares,
Experimentação, Ensino de
química.

E-mail:

alinekundlastsch@gmail.com

ABSTRACT

The goal of this paper was to discuss the teaching of curricular contents through experimentation. We searched in all editions of the Brazilian journal *Química Nova na Escola* for papers that have reported a pedagogical approach that used experimentation to teach chemistry. Content Analysis guided our search and the elaboration of the three following a priori categories: the attitudinal, procedural and conceptual curricular contents. To deepen our discussions, we analyzed four papers, from which we found as the most outstanding procedures: the communication of information, the analysis of information and the making of inferences; attitudes: cooperation, interaction and motivation. The conceptual contents were the teaching focus in three of the four articles, which drew their attention to the investigation and discussion of students' alternative conceptions. In general, the most valued category was the conceptual curricular contents. We believe that our analyses have contributed to understand the complex processes of teaching and learning scientific contents and to enrich teacher training discussions.

INTRODUÇÃO

Há um consenso na área de educação em ciências que a experimentação desempenha um papel central no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos (GIORDAN, 1999; HOFSTEIN; LUNETTA, 2004; LISBÔA, 2015; MALHEIRO, 2015; OLIVEIRA, 2010). Essa estratégia vem sendo usada com diferentes propósitos e abordagens, tais como: com caráter investigativo que busca a solução de problemas; para a demonstração ou verificação de fenômenos químicos; com foco na elaboração de conceitos científicos; e ainda de cunho lúdico e motivador, vinculado aos sentidos (BORGES, 2002; GIORDAN, 1999; LISBÔA, 2015; MALHEIRO, 2015; SILVA; MACHADO; TUNES, 2010; OLIVEIRA, 2010).

No entanto, como destacam Silva, Machado e Tunes (2010) citando Silva e Zanon (2000), certas crenças sobre a experimentação devem ser evitadas, dentre elas: considerar atividades experimentais como intrinsecamente motivadoras; conceber uma aprendizagem incondicional por meio de experimentos; acreditar que experimentos com apresentações impactantes dos fenômenos (liberação de gases e cheiros, explosões, etc.) resultem em maior interesse em aprender; defender que os alunos sempre gostam de ir para o laboratório; supor que as aulas práticas são dinâmicas e, por si só, estimulam o aprendizado; depositar na experimentação, unicamente, a possibilidade de desenvolver atitudes científicas nos alunos, entre outras. Além desses aspectos, Macedo et al. (2017, p. 116) ressaltam a importância de associar a história da química com atividades experimentais como uma proposta formativa e que esse tipo de articulação ainda “constitui um desafio a ser superado pela comunidade de Educação Química”.

Tendo em vista a importância das atividades experimentais para a aprendizagem de conteúdos científicos e a necessidade de romper com visões simplistas dessa estratégia nas aulas de química, temos o objetivo de evidenciar como está sendo abordado o ensino de conteúdos curriculares, em publicações da área de ensino de química, ao utilizar-se a experimentação; e também, mostrar uma proposta de análise, com base nas modalidades de conteúdos curriculares, de trabalhos que tem como foco o ensino e a aprendizagem de ciências. Assumimos que a clareza desses aspectos e o entendimento do papel da experimentação possibilitará o planejamento de atividades fundamentadas que favoreçam a aprendizagem dos alunos e a formação de professores.

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A literatura da área de ensino de ciências é numerosa em relação à pesquisa sobre experimentação, com diferentes focos de investigação. Dentre os quais, ressaltamos aqueles que discutem os objetivos das atividades experimentais. Destaque para o trabalho de Oliveira (2010) que identificou, em diferentes pesquisas, as competências e habilidades que podem ser desenvolvidas pelas atividades experimentais, tais como: motivar e despertar a atenção dos alunos; desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; estimular a criatividade; aprimorar a capacidade de observação e o registro de informações; analisar dados e propor hipóteses para fenômenos; aprender conceitos científicos; detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação; compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade; e aprimorar habilidades manipulativas.

Além desse amplo trabalho de Oliveira (2010), citamos o de Galiazzi e colaboradores (2001) que elencam mais de 30 objetivos associados às atividades experimentais organizados em categorias relativas ao saber, ao saber fazer e ao saber ser, por exemplo:

melhorar a aprendizagem da teoria; desenvolver a observação; ficar motivado, respectivamente. Blosser (1983) também lista cinco grupos de objetivos associados ao uso da experimentação: habilidades (manipulativa, organizacional, etc.); conceitos (hipóteses, modelos teóricos, etc.); habilidades cognitivas (pensamento crítico, sínteses, etc.); entendimento da natureza da ciência (interpretação científica, sobre o trabalho do cientista, etc.); e atitudes (curiosidade, precisão, etc.). De modo semelhante, Hodson (1993) relaciona cinco categorias de objetivos associados: à motivação; ao ensino de habilidades próprias do laboratório; à aprendizagem de conhecimentos científicos; à inserção do aluno ao método científico; e ao desenvolvimento de atitudes científicas. Em artigo mais recente, Hofstein e Lunetta (2004) listam outros cinco objetivos: entendimento de conceitos científicos; aumento de interesse e motivação; desenvolvimento de habilidades práticas e resolução de problemas científicos; elaboração de pensamento científico; e entendimento da natureza da ciência.

É possível perceber elementos comuns aos objetivos relacionados pelas diferentes pesquisas citadas. Mesmo distintas, todas apontam aspectos associados ao ensino de conceitos, procedimentos (ou habilidades) e atitudes relativas ao contexto científico. É notório também a presença de objetivos vinculados à motivação dos estudantes e à compreensão da natureza da ciência. Desse modo, defendemos que a experimentação pode se constituir como uma importante estratégia para ensinar diferentes modalidades de conteúdos curriculares, tais como conceituais, procedimentais e atitudinais.

MODALIDADES DE CONTEÚDOS CURRICULARES

Podemos estruturar o processo de ensino e aprendizagem a partir de conteúdos curriculares, por meio dos quais seria possível desenvolver nos alunos as devidas capacidades educativas. Zabala (1998) defende uma definição ampla de conteúdo, entendido como tudo aquilo que deve ser aprendido para alcançar determinados objetivos relacionados ao desenvolvimento de capacidades cognitivas, motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social. Assim, pode-se classificar os conteúdos de aprendizagem com base nas seguintes perguntas: o que se deve saber? O que se deve saber fazer? Como se deve ser? As respostas implicariam em conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, respectivamente (ZABALA, 1998).

Considerando uma proposta de ensino com formação integral que atende à diversidade dos alunos de forma autônoma e construtiva, a presença dos diferentes tipos de conteúdo deve ser nivelada sem priorizar um em detrimento dos outros (ZABALA, 1998). Esse mesmo autor ressalta o cuidado de evitar uma análise compartimentada desses conteúdos, pois sua compreensão só é possível de maneira integrada e a diferenciação entre eles é muito sutil. Desse modo, é preciso considerar que todo conteúdo sempre está

associado e só será aprendido junto com outros, e as atividades de aprendizagem e avaliação são diferentes segundo a natureza de cada conteúdo.

Acerca do ensino de ciências, Jiménez e Sanmartí (1997) citado por Pozo e Crespo (2009, p. 27) estabelecem cinco metas que devem ser assumidas para fins de uma educação científica, as quais podem ser traduzidas nos conteúdos supracitados (Quadro 1).

Quadro 1: Metas da educação científica e as respectivas modalidades de conteúdo.

| Metas da Educação Científica | Modalidade de conteúdo |
|--|------------------------|
| Desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico | Procedimentais |
| Desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas | |
| Desenvolvimento de atitudes e valores | Atitudinal |
| Aprendizagem de conceitos e construção de modelos | Conceitual |
| Construção de uma imagem da ciência | Transversal |

Fonte: Elaboração própria com base em Pozo e Crespo (2009).

Os conteúdos procedimentais se configuram como ações dirigidas para a realização de um objetivo e incluem regras, técnicas, estratégias, métodos, destrezas, procedimentos e habilidades (ZABALA, 1998). A aprendizagem dessa modalidade implica na realização de ações, na exercitação múltipla e necessária para o seu domínio, na reflexão sobre a ação realizada e na aplicação em outros contextos (ZABALA, 1998). Segundo Pozo e Crespo (2009), os diferentes tipos de procedimentos podem ir da técnica, que se baseia numa rotina automatizada por conta da prática repetida, até a estratégia, que envolve planejamento e tomada de decisões por parte dos estudantes. O treinamento técnico ainda pode ser dividido em declarativo ou de instrução acerca das ações que devem ser realizadas, e automatização ou consolidação, relacionadas à prática repetitiva necessária para que o aluno automatize as ações. O treinamento estratégico também admite duas fases: a da generalização ou transferência do conhecimento, na qual o aluno enfrenta situações cada vez mais novas e abertas sendo obrigado a tomar decisões, e a transferência do controle que promove no aluno a autonomia dos procedimentos (POZO; CRESPO, 2009).

Para contemplar e diferenciar os conteúdos procedimentais, a partir de Pozo e Postigo (1994) citado por Pozo e Crespo (2009) organizaram os procedimentos para aprender ciências com base na funcionalidade das atividades de aprendizagem, dispostas no Quadro 2.

Quadro 2: Classificação dos conteúdos procedimentais.

| Procedimentos associados à aprendizagem de ciências | |
|---|--|
| Aquisição de informação | Abarca a observação, seleção, busca, captação, revisão e memorização da informação. |
| Interpretação da informação | Relaciona-se a decodificação ou tradução da informação, além do uso de modelos para interpretar situações. |
| Análise da informação e realização de inferências | Refere-se a análise e comparação da informação, estratégias de raciocínio, atividades de investigação ou solução de problemas. |
| Compreensão e organização conceitual da informação | Abrange a compreensão do discurso (escrito/ oral), estabelecimento de relações conceituais e organização conceitual. |
| Comunicação da informação | Inclui a expressão oral, expressão escrita e outros tipos de expressão. |

Fonte: Elaboração própria com base em Pozo e Crespo (2009).

De forma complementar, os conteúdos atitudinais incluem as atitudes (componente comportamental), como cooperar com o grupo e respeitar o meio ambiente; as normas (componente cognitivo), que são ideias ou crenças de como é preciso se comportar; e os valores (componente afetivo) tais como solidariedade, respeito, responsabilidade, etc. (POZO; CRESPO, 2009; ZABALA, 1998). Esses conteúdos são essencialmente difusos, fragmentáveis, gerais e transversais, sua aprendizagem geralmente é de forma implícita, mas também pode ser intencional por meio de mecanismos específicos como a modelagem (imitação do professor) e estão estreitamente relacionados com a motivação dos alunos (POZO; CRESPO, 2009). As atitudes não estão vinculadas a nenhuma disciplina específica, estão presentes implicitamente e permutam por todas elas, de modo que a aprendizagem desse conteúdo demanda um trabalho contínuo e em longo prazo, pois as mudanças de atitude são menos perceptíveis e de difícil avaliação (POZO; CRESPO, 2009). Para o ensino de ciências, Pozo e Crespo (2009) propõem três tipos de atitudes que devem ser desenvolvidas nos alunos, que dizem respeito: 1) à ciência; 2) à aprendizagem da ciência e 3) às implicações sociais da ciência.

Os conteúdos atitudinais e procedimentais são geralmente articulados em torno dos conteúdos conceituais que são o eixo central da maioria dos currículos de ciências. Estes, por sua vez, podem ser de três tipos: dados, conceitos ou princípios. Os dados ou fatos são informações que afirmam ou declaram algo sobre o mundo, por exemplo: o símbolo do cobre é Cu, o gelo derrete, a densidade da água pura é 1 g/cm^3 , a teoria da evolução proposta por Darwin (POZO; CRESPO, 2009). Os dados são essenciais para o ensino, mas não podem ser vistos como um fim em si mesmo e sim de forma funcional que ajuda em outros aprendizados. Já os conceitos são definidos como um conjunto de dados com características

comuns e são importantes para compreender os dados, ou seja, para relacioná-los em uma rede de significados que expliquem sua ocorrência e consequências (POZO; CRESPO, 2009; ZABALA, 1998). A aprendizagem de conceitos vai além da reprodução mecânica, ela é gradual, qualitativa, envolve o estabelecimento de relações com conhecimentos prévios e implica na compreensão significativa da informação, ou seja, na tradução individual do significado da informação (POZO; CRESPO, 2009). De forma complementar, os princípios são conceitos gerais com nível elevado de abstração, se referem as mudanças que se produzem num dado em relação a outros dados, são as leis e as regras (POZO; CRESPO, 2009; ZABALA, 1998). Esses três tipos de conteúdo conceituais têm funções diferentes no currículo e são, ao mesmo tempo, complementares. Assim, o ensino de ciências deveria ter como objetivo a compreensão de princípios gerais e abstratos e isso só é possível por meio dos conceitos e dados (POZO; CRESPO, 2009).

Para que a aprendizagem seja significativa é preciso que haja a interação entre os conhecimentos prévios do indivíduo e os materiais de aprendizagem (textos, explicações, experimentos, etc.) de modo que esses conhecimentos sejam modificados e surja um novo conhecimento (POZO; CRESPO, 2009). No entanto, os alunos desenvolvem concepções muito diferentes (epistemológica, ontológica e conceitualmente) do conhecimento cientificamente aceito e que podem dificultar a aprendizagem de conteúdos conceituais. Essas concepções (chamadas alternativas ou prévias) são: persistentes e se mantêm mesmo após anos de escolarização; generalizadas por pessoas de diferentes culturas, idades e níveis escolares; implícitas e de difícil verbalização; coerentes e suficientes para prever e explicar diversas situações (POZO; CRESPO, 2009). É importante destacar que as concepções alternativas têm dimensões atitudinais, procedimentais e conceituais e para que o aluno possa compreender o significado do conhecimento científico é preciso que haja uma relação entre esses diferentes níveis na análise do fenômeno (POZO; CRESPO, 2009).

Por fim, ressalta-se que existem diferentes modelos sobre a aprendizagem de conteúdos conceituais em ciências. Segundo Pozo e Crespo (2009) pode-se pensar em quatro hipóteses: a da compatibilidade ou acumulação de saberes; a da incompatibilidade ou mudança conceitual; a da independência ou uso do conhecimento segundo o contexto; e a da integração hierárquica ou dos diferentes níveis de representação e conhecimento.

Partimos dessa base teórica para pensar o processo de ensino e aprendizagem, assumindo que a proposta de Pozo e Crespo (2009) e Zabala (1998) seja consistente e adequada para analisar o ensino de conteúdos científicos através de estratégias didáticas como a experimentação.

METODOLOGIA

A pesquisa é de caráter qualitativo do tipo bibliográfica (LÜDKE; ANDRÉ, 2013), cuja importância deve-se à possibilidade de sintetizar, relacionar e integrar resultados já publicados; construir um novo estudo a partir de dados disponíveis em outras pesquisas; e conferir visibilidade à uma temática de pesquisa (experimentação), compreendendo o impacto do tema na área. Os artigos da revista *Química Nova na Escola* (QNEsc) compõem o universo de dados dessa pesquisa. A escolha é devido a importância desse periódico para a educação em química, além de ser a revista da área mais antiga do país e com grande reconhecimento nacional e internacional. Ao longo dos 22 anos de existência, a revista se constituiu como uma importante referência para profissionais ligados ao ensino de química por divulgar pesquisas que colaboram para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula e para a formação de professores de química, sobretudo da educação básica. Desse modo, a QNEsc contribuiu para a legitimação e a consolidação da área de educação em química e pode ser considerada um marco importante para a pesquisa brasileira sobre o ensino de química escolar (PASTORIZA; DEL PINO, 2017).

A sistematização da pesquisa foi por meio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Tomamos como universo de documentos todos os artigos disponíveis online (39 volumes, de 1995 a 2017). No site da revista buscamos em todas as seções, no título e corpo de cada artigo, usando o descritor *experiment**. Os artigos que continham o descritor constituem o *corpus* da pesquisa, que pode ser considerado homogêneo, pois foi selecionado segundo critérios precisos e similares; representativo, pois a amostra é uma parte significativa do universo inicial; e pertinente, pois, os textos analisados vinculam-se a uma revista de grande importância para a área (BARDIN, 2011). Após a seleção do *corpus*, recorreu-se a leitura flutuante dos resumos e quando necessário dos trabalhos na íntegra. Selecionamos para análise as pesquisas empíricas que tinham como foco temático apresentar uma intervenção pedagógica discutindo os resultados do ensino e da aprendizagem de química por meio da experimentação. Visando uma análise mais aprofundada, considerando o pouco espaço disponível e o nível de detalhamento necessário, fizemos um recorte temporal investigando em que medidas os dados apresentados nos artigos correspondem ao que Pozo e Crespo (2009) e Zabala (1998) definem como conteúdo curricular atitudinal, procedimental e conceitual. Para isso, selecionamos enunciados que imprimem os objetivos, os procedimentos realizados pelos autores na intervenção pedagógica e as interpretações das evidências de aprendizagem. Esses trechos foram analisados a luz desses referenciais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificados 490 artigos que continham o termo *experiment**. Após a leitura e exclusão dos trabalhos que fugiam do foco temático, foram selecionados 34 artigos para

análise. Buscando um estudo longitudinal do uso da experimentação na QNEsc, para este trabalho selecionamos um artigo representativo de cada quinquênio da revista (com exceção do último bloco temporal, que abarcou sete anos), totalizando quatro textos. Para facilitar a leitura, os artigos foram codificados conforme descrito no Quadro 3. Na sequência apresentamos a análise de cada artigo em relação aos conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais. Acerca dos conteúdos procedimentais apresentamos os dados no formato de quadros, semelhante à classificação do Quadro 2, trazendo excertos dos artigos para exemplificar os procedimentos.

Quadro 3: Resumo dos artigos analisados.

| Código | Título | Autoria | Seção | Ano |
|--------|---|--|-------------------------------|------|
| A1 | A contextualização no ensino de cinética química | LIMA; PINA; BARBOSA; JÓFILI | Espaço aberto | 2000 |
| A2 | Reações envolvendo íons em solução aquosa: uma abordagem problematizadora para a previsão e equacionamento de alguns tipos de reações inorgânicas | NERY; LIEGEL; FERNANDEZ | Relato de sala de aula | 2006 |
| A3 | Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências | FRANCISCO Jr.; FERREIRA; HARTWIG | Pesquisa no ensino de química | 2008 |
| A4 | Refrigerante e bala de menta: explorando possibilidades | PIRES; MACHADO | Relato de sala de aula | 2013 |

Fonte: Elaboração própria.

O artigo A1 tem como objetivo “[...] apresentar alternativas dinâmicas para a construção de conceitos de cinética química, a partir de experimentos sobre conservação de alimentos.” (LIMA et al., 2000, p. 26). Os sujeitos eram alunos do terceiro ano do ensino médio de escolas da rede pública estadual. Aplicou-se um questionário inicial para levantar as concepções prévias sobre conservação dos alimentos; desenvolveu-se uma intervenção didático-pedagógica envolvendo experimentação; e um questionário final para avaliar a compreensão dos alunos sobre os conceitos abordados. Neste artigo, quatro procedimentos foram contemplados, como pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4: Classificação dos conteúdos procedimentais do artigo A1.

| Conteúdos procedimentais | Excertos do artigo |
|--------------------------|---|
| Aquisição de informação | “As observações dos alunos sobre o experimento.”; “[...] alunos observaram a reação.” |

| | |
|--|--|
| Análise da informação e realização de inferências | “[...] fizeram previsões”; “[...] prepararam amostras para a realização do experimento.”; “[...] em grupo, fizeram uma comparação”; “[...] receberam o roteiro para realização do experimento”; “[...] encontrarem justificativas para o observado.”; “[...] orientados a identificar os aditivos.”; “[...] relacionaram os aditivos encontrados e escreveram no quadro”; “[...] “A leitura decodificada dos rótulos dos alimentos.”; “[...] formulando nossas próprias opiniões.” |
| Compreensão e organização conceitual da informação | “[...] alunos relacionaram os aditivos encontrados” |
| Comunicação da informação | “[...] ilustrar as observações, desenhando e pintando ”; “[...] observaram a reação e disseram. ”; discussão no grande grupo”; citaram processos para conservar os alimentos.”; “[...] grande parte respondeu: refrigeração, congelamento [...]”. |

Fonte: elaboração própria.

Percebemos nesse artigo que os procedimentos que se destacaram nas atividades foram: análise da informação, realização de inferências e comunicação da informação. No entanto, o ensino desses e dos outros conteúdos não fica evidente no estudo, corroborando com Pozo e Crespo (2009) que o conhecimento procedimental não é facilmente verbalizado e é adquirido por meio de ações automáticas e inconscientes. Ainda para os autores é necessário ensinar os alunos a aprender e fazer, caso contrário, o rendimento dos estudantes pode ficar comprometido. Para exemplificar, em um episódio da terceira etapa do artigo A1, que consistiu na sistematização dos conceitos a partir da distribuição dos rótulos de produtos alimentares, as professoras almejavam que os alunos identificassem os aditivos contidos nos rótulos. No entanto, os estudantes tiveram dificuldade em realizar essa ação, indo ao encontro do que afirma Pozo e Crespo (2009) que os alunos possuem dificuldade para transformar conhecimentos científicos em ações, ou seja, em procedimentos. Dessa forma, as professoras intervieram no processo auxiliando-os, de modo que os alunos então “relacionaram os aditivos encontrados e escreveram no quadro” (LIMA et al., 2000, p. 28). Essa dificuldade dos estudantes, sanada somente com a ajuda das professoras, corresponde ao procedimento de interpretar e analisar as representações gráficas presentes nos livros didáticos, as quais possuem um potencial de aprendizagem, mas que só serão aprendidas pelos estudantes se forem ensinados a interpretar, a dar-lhes significado (POZO; CRESPO, 2009).

Em relação aos conteúdos atitudinais, os autores trazem poucas evidências do comportamento dos alunos durante a intervenção, comprovando o carácter implícito e a

“natureza gasosa” desse tipo de conteúdo, tornando-os inapreensíveis e difíceis de avaliar (POZO; CRESPO, 2009, p. 31). Segundo os autores do artigo A1, houve pouca participação no início da atividade (discussão entre os grupos), que pode ser resultado da pouca autonomia dos alunos perante a resolução da atividade. Aos poucos, houve um “crescente nível de participação dos alunos nas aulas, e demonstração de maior prazer” (LIMA et al., 2000, p. 29). Segundo Pozo e Crespo (2009), a maior participação dos alunos pode ser um reflexo da motivação e até mesmo de modelagem do professor, tornando-os mais ativos na discussão. A motivação, segundo Pozo e Crespo (2009), não é somente a causa, mas também a consequência da aprendizagem dos alunos. Nesse caso, inferimos que a motivação pode ter ocorrido de forma intrínseca, ou seja, a atividade teve significado construído pelos próprios alunos e, por consequência, favoreceu também o desenvolvimento da autonomia (POZO; CRESPO, 2009).

Além disso, Lima e colaboradores (2000, p. 29) destacam também “a importância de os alunos terem um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem, permitindo assim uma evolução conceitual”. Entendemos que o papel ativo citado pelos autores, mesmo entendido como uma atitude, refere-se especificamente a aprendizagem de conceitos. Para Pozo e Crespo (2009) e Zabala (1998) é fundamental articular o ensino das três modalidades, considerando que a presença dos diferentes tipos de conteúdo deve ser nivelada sem priorizar um sobre os outros.

Acerca dos conteúdos conceituais, percebemos um destaque e valorização dessa modalidade em diferentes trechos do artigo A1. Inicialmente, os autores afirmam que o ensino de química tradicional não valoriza aspectos conceituais e que é preciso investir em atividades experimentais investigativas que valorizem os conhecimentos prévios dos alunos e sejam relacionadas aos conceitos químicos. O objetivo do artigo é construir conceitos de cinética química através de experimentos, ressaltando novamente a preocupação com a aprendizagem de conceitos. O experimento em si contribuiu para testar as hipóteses levantadas pelos alunos e discutir sobre suas concepções prévias, preparando-os para o fechamento da proposta, na qual, os conceitos “vivenciados” foram sistematizados com a intervenção da professora e os alunos foram avaliados em relação à compreensão dos conceitos. Na interpretação dos resultados, também observamos o destaque dado para a aprendizagem conceitual. Para os autores, a intervenção contribuiu para o “enriquecimento”, a “evolução” e a elaboração de respostas “mais ricas”. Pelos dados apresentados percebemos que, de fato, as respostas se tornaram mais elaboradas, com mais termos científicos e relações entre teoria e observação, no entanto, os autores não detalham sobre a forma como ocorreu a apropriação desses conceitos. Por fim, Lima e colaboradores (2000, p. 29) destacam que a participação ativa dos alunos no processo de ensino e aprendizagem permitiu a “evolução conceitual” e as atividades experimentais devem estar associadas ao “[...] processo de desenvolvimento dos conceitos químicos

pertinentes ao tema abordado.”, ou seja, evidencia-se novamente a importância da aprendizagem conceitual, como discutida anteriormente. Além disso, os termos conceito e conteúdo são usados como sinônimos, os autores não detalham o que chamam de contextualização e não discutem as principais concepções alternativas dos alunos sobre o tema em estudo.

No artigo A2, o objetivo é descrever uma atividade experimental problematizadora para o desenvolvimento do tema reações químicas em soluções aquosas. A atividade foi realizada com alunos do segundo ano do ensino médio da rede particular. A introdução ao tema foi por meio de atividades experimentais abordando conceitos sobre reações químicas; em seguida, em grupo, os alunos resolveram uma situação problema que envolvia a proposição de experimentos para identificação de soluções aquosas. Neste artigo, também se destacaram quatro conteúdos procedimentais, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5: Classificação dos conteúdos procedimentais do artigo A2.

| Conteúdos procedimentais | Excertos do artigo |
|--|--|
| Interpretação da informação | “[...] equacioná-las com auxílio de tabelas” |
| Análise da informação e realização de inferências | “[...] prever a ocorrência de reações.” |
| Compreensão e organização conceitual da informação | “chegaram a propor soluções em forma de fluxogramas. ”; “[...] maioria optou pela elaboração de guias experimentais. ” |
| Comunicação da informação | “[...] sendo capaz de discutir estratégias propostas.” |

Fonte: elaboração própria.

Nesse estudo, nenhum procedimento teve um destaque significativo, além disso, em relação ao ensino de conteúdos procedimentais explicitamente, não é possível afirmar que ocorreu, principalmente pelo modo como o artigo está estruturado, em que se prioriza mais aquilo que os alunos devem fazer do que aquilo que realmente realizaram.

Em relação aos conteúdos atitudinais, para os autores, os alunos não “refletem sobre os conceitos envolvidos em uma transformação química e representam automaticamente a dupla troca” (NERY et al., 2006, p. 15). Entendemos que essa atitude pouco reflexiva dos alunos diante dos novos conceitos pode tornar a aprendizagem meramente mecânica e reprodutivista. Segundo Pozo e Crespo (2009), o ensino de ciências deve desenvolver no aluno atitudes críticas e reflexivas, interesse, motivação e posicionamento crítico diante dos usos sociais da ciência. Para Nery e colaboradores (2006, p. 16) é importante que o “aluno sinta-se capaz” para escolher um dos “encaminhamentos possíveis para essa atividade, sendo adequados conforme a autonomia dos alunos na elaboração e execução de procedimentos de laboratório.”. Assim, além da aprendizagem dos conceitos e técnicas necessárias, os autores acreditam que o aluno precisa desenvolver também uma atitude

autônoma e confiante para tomar a iniciativa e desempenhar a atividade esperada. De acordo com Pozo e Crespo (2009), a autonomia é indispensável para desenvolver uma “atitude científica” a partir da resolução de situações problemas, acarretando maior motivação ao tornar os alunos mais ativos em sua aprendizagem. Além disso, os autores apontam algumas “habilidades” que julgam necessárias para serem desenvolvidas pelos alunos durante a atividade proposta, como

[...] criar o hábito e a atitude de encarar a aprendizagem como um problema, para o qual deve-se encontrar alternativas plausíveis e adequadas, [...] a capacidade de pensar criticamente, propor soluções e avaliá-la. [...] despertando o interesse dos alunos [...] e o envolvimento e o interesse dos alunos durante todo o processo, principalmente durante a atividade experimental (NERY et al., 2006, p. 17).

Tais habilidades referem-se exclusivamente ao que Pozo e Crespo (2009) definem como atitudes como autonomia, reflexão, interesse e motivação. Vale ressaltar que os autores julgam necessário desenvolver determinadas atitudes nos alunos, mas não era o foco do trabalho discutir empiricamente essa questão.

No correspondente aos conteúdos conceituais, estes são fortemente destacados neste artigo, principalmente acerca das concepções prévias dos estudantes. O objetivo do experimento era “[...] eliminar, ou pelo menos minimizar as idéias [...]” (NERY et al., 2006, p. 15). Através dos experimentos seria possível substituir algumas das ideias alternativas dos alunos pelo conhecimento científico, ou seja, provocar uma mudança conceitual radical, modelo de aprendizagem no qual se mostra para o aluno que a sua concepção é errônea, incompatível com a ciência e precisa ser substituída por outra melhor, mais próxima das teorias cientificamente aceitas. Esta é uma visão um tanto simplista do processo de ensino aprendizagem. Pozo e Crespo (2009, p. 125) afirmam que o êxito da aprendizagem por mudança conceitual se dá na medida em que o processo de ensino seja capaz de “[...] suprimir ou erradicar esses persistentes conhecimentos alternativos dos alunos.”. No entanto, é pouco provável que os conhecimentos cotidianos sejam abandonados por completo justamente por serem coerentes, persistentes, generalizáveis e implícitos.

Além disso, há uma forte discussão das concepções alternativas dos alunos sobre o conceito de transformações químicas. Por exemplo, para os autores, os alunos não entendem que as reações químicas envolvem a formação de novas substâncias a partir de outras, não compreendem a natureza dinâmica das reações e entendem que qualquer mistura de reagentes pode levar a ocorrência de reações químicas. As teorias implícitas dos alunos são baseadas em estruturas conceituais simplistas e restritas que frequentemente são opostas aos esquemas formais das teorias científicas (POZO; CRESPO, 2009). O não entendimento das transformações químicas como uma interação complexa entre os átomos

dos reagentes e dos produtos pode estar relacionado a uma restrição estrutural das teorias implícitas desses alunos que tendem a perceber as transformações como uma relação linear de causa e efeito em um único sentido. Da mesma forma, a não compreensão das relações quantitativas dos componentes de uma reação química pode estar associada a uma restrição estratégica de quantificação errônea ou a não quantificação dos fenômenos químicos. Para os autores do artigo, essas concepções fragmentadas sobre o assunto resultam do ensino tradicional. No entanto, a origem dessas concepções é mais complexa e está associada a aspectos sensoriais, culturais e escolares que se interagem gerando uma “ciência intuitiva” muito difícil de modificar em sala de aula (POZO; CRESPO, 2009, p. 89). Complementando essas discussões, em diversos trechos observamos o destaque dado, novamente, à aprendizagem de conceitos para compreender os fenômenos ocorridos nas atividades experimentais:

[...] para entender o conceito de reação química, os alunos precisam diferenciar conceitos, tais como os de elemento, substância, mistura, átomo e molécula [...] para a realização adequada da atividade [...] é fundamental que os conceitos [...] tenham sido desenvolvidos de maneira a não enfatizar a mecanização das equações (NERY et al., 2006, p. 15-16).

Assim, pode-se inferir que neste artigo o experimento é visto como uma possibilidade de superar as concepções alternativas e permitir a consolidação conceitual por parte dos alunos, contribuindo para a aprendizagem de conteúdos conceituais.

O objetivo do artigo A3 é “[...] ilustrar o desenvolvimento de significados pessoais, por parte dos estudantes, mediante a problematização das observações experimentais e o diálogo.” (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 36). A intervenção, realizada com alunos de um cursinho pré-vestibular popular, foi baseada na metodologia dos três momentos pedagógicos, da seguinte forma: antes da execução do experimento os estudantes responderam a um questionário sobre suas concepções prévias e levantaram hipóteses acerca do fenômeno que seria observado; o experimento foi conduzido pelos próprios estudantes que deveriam realizar diferentes procedimentos, baseados em uma ficha de observação; o segundo momento (organização do conhecimento) foi feito a partir das respostas ao questionário e por meio da apresentação de um modelo analógico, não discutido no artigo; o terceiro momento também não é apresentado pelos autores. Neste artigo, três procedimentos foram classificados e resumidos no Quadro 6.

Quadro 6: Classificação dos conteúdos procedimentais do artigo A3.

| Conteúdos procedimentais | Excerto do artigo |
|--------------------------|--|
| Aquisição de informação | “[...] discussão rica dos resultados devido às observações efetuadas.”; “foram realizadas observações bastante |

| | |
|---|--|
| | atentas, com descrições bem detalhadas.”; |
| Análise da informação e realização de inferências | “[...] maioria dos estudantes desenvolveu idéias acerca da deposição metálica” |
| Comunicação da informação | “ responderam a um questionário.”; “[...] discussão rica dos resultados.”; “[...] fazem suas próprias anotações. ”; “[...] além de anotações escritas , optaram por representar o fenômeno com desenhos. ”; “[...] a fazer inferências, a indagar e a argumentar mais coerentemente” |

Fonte: elaboração própria.

Esse artigo ressalta, de maneira enfática, a importância do procedimento de comunicação da informação ligada a experimentação problematizadora, sendo que os próprios autores trazem essa ressalva: “propõe a leitura, a escrita e a fala como aspectos indissolúveis da discussão conceitual dos experimentos” (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 35). Essa premissa vai ao encontro do que defende Pozo e Crespo (2009, p. 59) que o “aluno deve saber comunicar seus conhecimentos (dominando tanto os recursos de expressão oral e escrita como a representação gráfica e numérica da informação”.

Acerca dos conteúdos atitudinais, os autores afirmam que a atividade experimental deve ser “sistemizada e rigorosa [...] despertando nos alunos um pensamento reflexivo, crítico, fazendo os estudantes sujeitos da própria aprendizagem [...] tornando-se cada vez mais críticos” (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 36). Para os autores, um dos objetivos da experimentação para o ensino de química é desenvolver essas atitudes possibilitando e promovendo “uma observação crítica por parte dos participantes” (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 39). Para isso, utilizaram o registro das informações observadas experimentalmente, pois entendem que “requer uma posição reflexiva” e reforça “a capacidade crítica de observação, a curiosidade e as condições nas quais os estudantes vão se tornando os sujeitos da aprendizagem” (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 38). De acordo com Pozo e Crespo (2009) ensinar uma atitude crítica e reflexiva é um dos pontos mais importantes para o desenvolvimento da “atitude científica”, de modo que o aluno possa compreender a ciência pautada em uma concepção relativista e histórica do conhecimento científico. Além disso, a atividade de anotar os resultados experimentais estimula a “construção pessoal e social dos estudantes”, uma vez que “compartilhando-as com outros sujeitos” favorece também o desenvolvimento de atitudes cooperativas (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 38). Esse compartilhamento das observações e os trabalhos em grupo possibilitam ao aluno compreender a ciência como uma atividade coletiva e com repercussões sociais, contrapondo-se a uma visão distorcida de ciência individualista e neutra (POZO; CRESPO, 2009).

Francisco Jr. e colaboradores (2008) ressaltam diversas vezes a importância de propor atividades para estimular a reflexão e o desenvolvimento do senso crítico no aluno.

Além disso, afirmam que a explicação do fenômeno será mais significativa “a partir do momento em que a curiosidade seja despertada nos estudantes”, destacando o caráter motivador das atividades experimentais (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 40). Assumir o papel motivador da experimentação para aprendizagem mais significativa corresponde ao que Pozo e Crespo (2009) discutem sobre a importância do interesse e da motivação como consequência da aprendizagem, mas é necessário considerar também outros fatores capazes de influenciar nesse processo. Embora não haja muitas evidências da mudança de atitudes dos alunos no texto, os autores consideram que atingiram o objetivo proposto inicialmente ao desenvolver atitudes mais críticas, curiosas (questionadoras), mais participação e cooperação entre os alunos após a intervenção didática.

Já os conteúdos conceituais, não são centrais nas discussões desse artigo e o objetivo da experimentação não está diretamente relacionado à aprendizagem de conceitos. Por outro lado, no final do artigo os autores afirmam que a experimentação investigativa e problematizadora pode promover a apreensão pessoal de significados e “mediatizar os educandos e o objeto cognoscitivo [...] aumentando seu potencial de desenvolvimento cognitivo” (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 40). A partir desse trecho podemos entender o papel da experimentação também como um intermédio que aproxima os alunos do conhecimento científico (objeto cognoscível) motivando-os e favorecendo a atribuição de significados. Pozo e Crespo (2009, p. 82) complementam essa discussão ao afirmarem que um conceito só é adquirido quando uma pessoa “[...] é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhes é apresentada, ou seja, quando ‘compreende’ esse material [...]”, tal compreensão equivale “[...] a traduzir algo para suas próprias palavras”. Desse modo, concordamos com os autores do artigo que a experimentação se constitui como um recurso potencial para a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais. Essa aproximação epistemológica resulta na superação das ideias espontâneas e na compreensão do fenômeno. Sobre esse processo de aprendizagem por meio da superação os autores afirmam que

O conhecimento velho é superado pelo novo num movimento incessante e inquieto que, ao mesmo tempo, respeita as idéias trazidas pelos estudantes e os assume como seres históricos que “estão sendo”. O intuito é sempre reformular as idéias dos alunos, tornando-as cada vez mais próximas do conceito cientificamente aceito. (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 36).

Segundo Pozo e Crespo (2009) aprender ciências envolve um tipo de mudança conceitual complexo composto por diferentes processos que implicam na reorganização da estrutura conceitual dos indivíduos em diferentes graus. A partir do trecho supracitado podemos inferir que o tipo de aprendizagem defendido pelos autores se relaciona a uma mudança por ajuste na qual se modifica a estrutura conceitual existente, de alguma

maneira, mediante processos de generalização e discriminação, mas sem exigir uma mudança radical na estrutura (POZO; CRESPO, 2009). É como a ideia de “[...] um continuum ao longo do qual seria necessário ir se aprofundando com a finalidade de chegar cada vez mais perto do sentido do conhecimento científico” (POZO; CRESPO, 2009, p. 109). Em outras palavras, os conhecimentos de senso comum não seriam abandonados, mas sim superados sucessivamente em domínios concretos do conhecimento. Além disso, acerca das concepções alternativas, para Francisco Jr. e colaboradores (2008, p. 40), estas são saberes que resultam da “pura experiência e da curiosidade ingênua” e que devem ser respeitados, mas superados pelo saber científico. Depreende-se dessa passagem que os autores defendem aquilo que Pozo e Crespo (2009, p. 90) chamam de origem sensorial das concepções alternativas, que seriam formadas “de modo espontâneo, na tentativa de dar significado às atividades cotidianas”. Isso ocorreria quando, ao nos depararmos com um problema ou um imprevisto em nossa vida cotidiana, recorreríamos a certas regras simplificadoras que reduzem a complexidade do mundo sensorial a alguns poucos elementos, seria como um “[...] atalho cômodo, que nos facilita uma solução aproximada” (POZO; CRESPO, 2009, p. 91).

O artigo A4 tem como objetivo apresentar e discutir o desenvolvimento de uma atividade experimental demonstrativo-investigativa para explorar o fenômeno relacionado a adição de balas porosas em refrigerantes. A atividade foi realizada com alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola particular. Partindo de uma questão norteadora, os estudantes realizaram três experimentos diferentes, nos quais deveriam descrever e explicar por escrito o fenômeno observado e explicar se evidenciavam ou não uma reação química; em seguida houve a discussão com a sala com base nas anotações dos alunos; e por fim, a sistematização da explicação pelo professor. Neste artigo, dois tipos de procedimentos foram contemplados, conforme Quadro 7.

Quadro 7: Classificação dos conteúdos procedimentais do artigo A4.

| Conteúdos procedimentais | Excertos do artigo |
|---|---|
| Análise da informação e realização de inferências | “[...] estudantes justificaram não se tratar de uma reação” |
| Comunicação da informação | “os estudantes escreverem suas respostas”. “A fala desse aluno mostra seu conhecimento sobre a molécula.”; “Durante as falas dos alunos [...]”; “Após debater com os alunos sobre cada uma das hipóteses.” “[...] as discussões ocorridas ao final de cada etapa.”; “[...] comparamos os diálogos e as anotações dos alunos .”; “A escrita nos possibilitou ver até onde os alunos individualmente podiam ir.” |

Fonte: Elaboração própria.

O conteúdo procedimental correspondente a comunicação da informação se destacou, sendo que os próprios pesquisadores defendem a utilização de procedimentos de escrita dos alunos, ao terem voz, discutirem, e debaterem oralmente (PIRES; MACHADO, 2013). No entanto, o ensino de conteúdos conceituais se sobressaiu no estudo, “É como se o procedimento desempenhasse, de fato, um papel secundário, acompanhando e facilitando as aprendizagens conceituais” (POZO; CRESPO, 2009, p. 59). Além disso, este artigo apresentou a menor diversificação de conteúdos procedimentais, com somente duas classificações.

No que corresponde aos conteúdos atitudinais, os autores utilizam a experimentação investigativa com o objetivo de desenvolver nos alunos atitudes e leitura mais crítica, despertar a curiosidade e motivá-los. No entanto, ressaltam a importância de não se basear apenas no aspecto motivador da experimentação e a necessidade de explorar também as explicações cientificamente aceitas para aquele fenômeno. Para o ensino de química, julgam necessário que as “atividades propostas façam sentido para os alunos, impelindo-os a buscarem o conhecimento” (PIRES; MACHADO, 2013, p. 167). Nesse trecho inferimos que há referência ao desenvolvimento de atitudes mais autônomas dos alunos em relação a sua aprendizagem, favorecendo a compreensão de diversos aspectos envolvidos na sociedade. Segundo Pires e Machado (2013, p. 167), esse estudo foi desenvolvido pela “carência de espírito crítico de nossos alunos frente aos programas televisivos”. Assim, notamos que, a priori, os alunos possuíam uma atitude inerte e pouco crítica quanto a veracidade das informações e conhecimentos científicos aos quais tem acesso. Tal comportamento pode estar vinculado ao empirismo ingênuo e à uma visão positivista e estática da ciência e do conhecimento científico (POZO; CRESPO, 2009). Devido ao forte apelo visual do experimento, os autores relatam uma mudança na atitude nos alunos, que ficaram eufóricos e motivados após assisti-lo no programa de TV. Ao reproduzirem esse experimento em sala, notaram que os alunos não tinham clareza sobre o fenômeno, “mas lembravam com euforia do jato de gás/líquido expelido” (PIRES; MACHADO, 2013, p. 170). Para Pozo e Crespo (2009) a motivação desempenha um papel fundamental nesse processo, uma vez que, ao estar motivado, o aluno começa a compreender suas dificuldades e controlar melhor sua aprendizagem.

Pires e Machado (2003, p. 170) também notaram que os alunos “não conseguiam ultrapassar sozinhos a fronteira entre os níveis macro e micro [...] os estudantes precisaram de nossa interferência para problematizar e ajudá-los a desenvolver o pensamento analítico”. Essa afirmação pode ser um indício da pouca autonomia dos alunos, que para Pozo e Crespo (2009) corresponde a uma atitude importante no aprendizado do fenômeno e dos conceitos abordados durante a atividade. Segundo os autores, a necessidade de intervenção do professor desenvolveu entre “alunos e professor uma relação colaborativa” (PIRES; MACHADO, 2013, p. 170). Essa atitude colaborativa pode favorecer a compreensão

de ciência como coletiva e o conhecimento científico como socialmente construído (POZO; CRESPO, 2009). Além disso, a “escrita nos possibilitou ver até onde os alunos individualmente podiam ir, externando o que sabiam e percebiam durante a experimentação” (PIRES; MACHADO, 2013, p. 172). Desse trecho podemos inferir que a etapa escrita possibilitou aos alunos o desenvolvimento de autonomia ao executar essa ação individualmente. Para os autores, a intervenção proporcionou ao aluno uma atitude mais autônoma, independente e participativa em seu processo de aprendizagem, além da conscientização e atitude ética ao compreender a importância da elaboração da sua própria escrita.

Neste artigo também notamos a valorização da aprendizagem de conteúdos conceituais. A atividade experimental tinha como objetivo “favorecer o ensinar e o aprender dos conceitos científicos” (PIRES; MACHADO, 2013, p. 169). Isso se deu mediante a problematização e a discussão das concepções prévias dos alunos sobre o fenômeno observado experimentalmente, ressaltando a possibilidade de usar a experimentação no processo de aprendizagem de conceitos. Acerca das concepções alternativas, alguns alunos acreditavam que a ocorrência de uma transformação química se associa à mistura de mais de uma substância e não conseguiam “ultrapassar sozinhos a fronteira entre os níveis macro e micro” (PIRES; MACHADO, 2013, p. 170). A ideia de transformação química como a mistura de substância possivelmente está associada às restrições estruturais das teorias implícitas dos estudantes (concepções alternativas) que dificultam o entendimento desse conceito como uma interação complexa entre as partículas envolvidas no processo. Já a dificuldade em diferenciar os níveis macro e microscópico dos fenômenos pode estar relacionada com a postura realista que costumamos assumir em nosso conhecimento do cotidiano. Nessa perspectiva “o mundo é tal como nós o percebemos ou como se mostra diante de nós” e essa tendência, bastante dominante, é difícil de superar e impede que os alunos concebam a ciência como uma construção de modelos alternativos (microscópicos) para interpretar a realidade (macroscópico) e que não são, diretamente, parte dela (POZO; CRESPO, 2009, p. 110).

Para os autores, as concepções prévias surgem quando os estudantes buscam generalizações para explicar alguns fenômenos, nesse sentido, o professor deve “fazer emergir” tais concepções e “[...] incentivá-los a reformulação das ideias [...]” (PIRES; MACHADO, 2013, p. 171) fazendo um paralelo entre o que os alunos sabem e as considerações científicas usadas para explicar o fenômeno. A essa perspectiva do artigo, podemos associar os princípios de Pozo e Crespo (2009) de que as concepções alternativas são, de certa forma, o senso comum, sua origem sensorial, cultural ou escolar a tornam fortemente generalista, enraizada e muito difíceis de superar, sendo necessário um ensino intencional e bem organizado para poder modificar substancialmente os princípios nos quais elas estão estabelecidas.

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS ARTIGOS

Comparamos os quatro artigos em relação ao destaque dado aos conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais, e apresentamos de forma resumida no Quadro 8.

Quadro 8: Comparação entre os artigos em relação ao foco de análise dos conteúdos curriculares.

| Artigo | Conteúdo curricular | | |
|--------|--|--|--|
| | Procedimental | Atitudinal | Conceitual |
| A1 | Análise da informação e realização de inferências; Comunicação da informação; Aquisição de informação; Compreensão e organização conceitual da informação | Cooperação; interação; motivação; participação ativa | Experimento para construir conceitos |
| A2 | Compreensão e organização conceitual da informação; Interpretação da informação; Análise da informação e realização de inferências; Comunicação da informação | Cooperação; interação; motivação; interesse; autonomia | Experimento para mudança conceitual das concepções alternativas dos alunos |
| A3 | Comunicação da informação; Análise da informação e realização de inferências; Aquisição de informação | Cooperação; interação; motivação; participação ativa; criticidade; reflexão; curiosidade | Experimento para promover a apreensão pessoal de significados, aproximar os alunos do conhecimento científico e superar as concepções alternativas |
| A4 | Comunicação da informação; Análise da informação e realização de inferências | Cooperação; interação; motivação; participação ativa; autonomia; criticidade; curiosidade | Experimento para favorecer o ensino de conceitos e reformular as concepções alternativas dos alunos |

Fonte: elaboração própria, 2018.

Analisando o Quadro 8 podemos inferir que em relação ao ensino de conteúdos procedimentais todos os artigos apresentaram: a comunicação da informação, que está relacionada aos procedimentos dos alunos para comunicar seus conhecimentos de forma oral, escrita, gráfica ou numérica; a análise da informação e realização de inferências, associada ao planejamento e realização do experimento extraíndo as principais conclusões, envolvendo estratégias de raciocínio, comparação e investigação de problemas (POZO; CRESPO, 2009). Acerca das atitudes desejadas com a experimentação destacam-se três, presentes nos quatro artigos: a cooperação e a interação, que dizem respeito à aprendizagem da ciência; e a motivação associada à própria ciência, ao interesse por aprendê-la (POZO; CRESPO, 2009). Tais atitudes não foram ensinadas explicitamente, mas segundo os autores dos artigos, podem ser aprendidas ou desenvolvidas a partir da prática experimental. No que se refere a apropriação dos conteúdos conceituais notamos que três dos quatro artigos tinham como foco o ensino de conceitos químicos por meio da experimentação, além disso, era frequente o levantamento e a discussão das concepções alternativas dos alunos sobre os temas estudados. Esse resultado corrobora com as discussões de Pozo e Crespo (2009) de que os conteúdos conceituais são o eixo central da maior parte dos currículos de ciências, sendo o mais priorizado nas atividades de ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a importância da experimentação no ensino de ciências e que esta tem sido utilizada com inúmeros propósitos, neste trabalho apresentamos e discutimos a apropriação das modalidades de conteúdo curricular atitudinal, procedimental e conceitual em pesquisas sobre o ensino de química, publicadas na revista *Química Nova na Escola*, que utilizam a abordagem experimental. Observamos que procedimentos relativos à comunicação e análise de informações (por exemplo, desenhos, anotações e falas) são os mais frequentemente associados à aprendizagem de química por meio de experimentos. De modo equivalente, são esperadas, mas não necessariamente ensinadas, atitudes de cooperação e motivação por parte dos alunos ao desenvolver práticas experimentais. Os conteúdos conceituais são os mais prestigiados, há nos artigos o interesse explícito de ensinar conceitos químicos por meio da experimentação. Esses resultados reforçam a densa literatura sobre os diferentes objetivos da experimentação no ensino de ciências, ressaltando a possibilidade de ensinar procedimentos, atitudes e conceitos científicos por meio dessa estratégia.

É válido destacar também que a maior parte dos trechos que evidenciavam conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais referiam-se as interpretações dos autores dos artigos. Eram poucas as evidências de falas, comportamentos ou expressões dos alunos. Acreditamos que para uma análise mais aprofundada do ensino e da aprendizagem

de conteúdos curriculares seja necessário investigar os dados brutos coletados com os alunos. Concluímos que, dentre os trabalhos analisados, é frequente a valorização da abordagem experimental para o ensino e a aprendizagem de conteúdos curriculares conceituais de química, sobretudo no que diz respeito a identificação e a superação das concepções alternativas dos alunos pelo conhecimento científico.

Entendemos que se trata de um trabalho pontual e não é nosso objetivo fazer generalizações, no entanto, apontamos um caminho para análise e diante dos resultados, ainda que incipientes, acreditamos que olhar para um conjunto de dados, sintetizados a partir de uma revisão de literatura, com um aporte teórico diferente daquele utilizado pelos autores e com o intuito de responder a uma questão de pesquisa específica, permite ir além dos escopos dos textos originais. Esse tipo de análise tem como potencial compreender o complexo processo de ensino e aprendizagem de conteúdos científicos e contribuir para a formação inicial e continuada de professores, fornecendo suportes para identificar e favorecer o desenvolvimento de habilidades e competências no ensino de ciências por meio da experimentação.

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011. 279 p.

BLOSSER, P. The role of the laboratory in science teaching. **School Science and Mathematics**, v. 83, p. 165–169, 1983.

BORGES, A. T. *Novos rumos para o laboratório escolar de ciências*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291–313, 2002.

FRANCISCO Jr.; WILMO E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. H. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 34-41, nov., 2008.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

HODSON, D. Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. **Studies in Science Education**, v. 22, p. 85–142, 1993.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, Salem, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.

LIMA, J. de F. L. de; PINA, M. do S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, n. 11, p. 26-29, mai., 2000.

LISBÔA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. especial 2, p. 198-202, dez. 2015.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. Rio de Janeiro: E.P.U., 2ed., 2013.

MACEDO, S. R.; SOUSA, R. S.; DORNELES, A. M.; GALIAZZI, M. C. Entre experimentos e fermentos: como o bicarbonato de sódio se tornou um constituinte em processos fermentativos? **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 1, n. 1, p. 103-119, 2017.

MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, jul.-dez., 2016.

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Reações Envolvendo Íons em Solução Aquosa: Uma Abordagem Problematizadora para a Previsão e Equacionamento de Alguns Tipos de Reações Inorgânicas. **Química Nova na Escola**, v. 23, p. 14-18, mai., 2006.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-153, jan.-jun., 2010.

PASTORIZA, B. S.; DEL PINO, J. C. A Educação Química em discurso: uma análise a partir da revista Química Nova na Escola (1995-2014). **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 204-219, mai., 2017.

PIRES, D. A. T.; MACHADO, P. F. L. Refrigerante e Bala de Menta: Explorando Possibilidades. **Química Nova da Escola**, v. 35, n. 3, p. 166-173, ago., 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 5ed., 2009.

SILVA, R. R. da; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. cap. 9, p. 231-262.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RESUMO

O objetivo é discutir sobre o ensino de conteúdos curriculares por meio da experimentação. A partir da Análise de Conteúdo buscou-se em todas as edições da Química Nova na Escola pesquisas empíricas com resultados de uma intervenção pedagógica para o ensino de química através da experimentação. As categorias de análise a priori eram: as modalidades de conteúdos curriculares atitudinais, procedimentais e conceituais. Para maior aprofundamento da discussão foram analisados quatro artigos. Os procedimentos mais destacados foram: a comunicação da informação, a análise da informação e a realização de inferências. As atitudes: a cooperação, a interação e a motivação. Três artigos tinham como foco os conteúdos conceituais abarcando o levantamento e a discussão das concepções alternativas dos alunos. Essa análise permite compreender o complexo processo de ensino e aprendizagem de conteúdos científicos e favorecer a formação de professores.

RESUMEN

El objetivo es discutir sobre la enseñanza de contenidos curriculares a través de la experimentación. A partir del Análisis de Contenido se buscó en todas las ediciones de la Química Nova na Escola investigaciones empíricas con resultados de una intervención pedagógica para la enseñanza de química a través de la experimentación. Las categorías de análisis a priori eran: las modalidades de contenidos curriculares actitudes, procedimentales y conceptuales. Para mayor profundización de la discusión se analizaron cuatro artículos. Los procedimientos más destacados fueron: la comunicación de la información, el análisis de la información y la realización de inferencias. Las actitudes: la cooperación, la interacción y la motivación. Tres artículos tenían como foco los contenidos conceptuales con el levantamiento y la discusión de las concepciones alternativas de los alumnos. Este análisis permite comprender el complejo proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos y favorecer la formación de profesores.