

Análise do ensino e aprendizagem de transformações químicas em publicações nacionais
Analysis of teaching and learning of chemical transformations in national
publications

Análisis de la enseñanza y el aprendizaje de transformaciones químicas en publicaciones
nacionales

Recebido: 06/06/2019 | Revisado: 06/06/2019 | Aceito: 07/06/2019 | Publicado: 08/06/2019

Ângela Renata Kraisig

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7475-4305>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: akraisig@gmail.com

Mara Elisa Fortes Braibante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8060-0361>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: marafb@gmail.com

Resumo

O objetivo desta pesquisa é apresentar uma análise realizada nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e nas edições da Revista Química Nova na Escola (QNEsc), entre o período de 2008 e 2018, sobre o tópico de transformações químicas. Para a análise, foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos anais e nas edições da revista com o intuito de detectar como vem ocorrendo o ensino e aprendizagem do tópico de transformações químicas na Educação Básica e Superior. A pesquisa bibliográfica foi realizada em quatro etapas: 1) Seleção dos anais do ENEQ e edições da revista QNEsc para estudo; 2) Coleta dos dados por meio do levantamento de trabalhos completos, resumos e artigos que abordam o tópico de transformações químicas; 3) Escolha dos trabalhos completos, resumos e artigos a partir de sua leitura integral, e eliminação dos que não apresentavam relação com o tópico pesquisado; 4) Análise dos trabalhos completos, resumos e artigos selecionados a partir de três dimensões. Ao total resultaram 82 publicações nas fontes investigadas e os resultados apontam que: o número de publicações encontradas não foi expressivo, pois de um total de 5.169 publicações, apenas 6,49% corresponde ao assunto investigado; a maior parte das publicações apresentam natureza empírica, com abordagem qualitativa, centrada nos aspectos macroscópicos das transformações químicas e são destinadas a Educação Básica (Ensino Médio); a base teórica

mais utilizada pelos autores foi a teoria sobre transformações químicas, com ênfase em conteúdos específicos relacionados ao tema investigado; os principais resultados das pesquisas apresentam propostas de ensino diferenciadas, visto que grande parte das publicações apresentavam atividades com este viés em sala de aula, neste manuscrito descreveremos algumas e suas principais contribuições. Por meio do estudo realizado, conclui-se que ainda é insuficiente o número de publicações sobre este assunto, sendo necessário a realização de mais pesquisas sobre o tópico de transformações químicas, principalmente contemplando os três níveis de representação da matéria.

Palavras-chave: Transformações químicas; Pesquisa bibliográfica; Ensino e aprendizagem.

Abstract

The objective of this research is to present an analysis carried out in the annals of the National Chemistry Teaching Meeting (ENEQ) and in the editions of the Journal Química Nova na Escola (QNEsc), between 2008 and 2018, on the topic of chemical transformations. For the analysis, a bibliographic research was carried out in the annals and in the editions of the journal in order to detect how has been occurring the teaching and learning of the topic of chemical transformations in Basic and Higher Education. The bibliographic research was carried out in four stages: 1) Selection of the annals and editions of the journal QNEsc for study; 2) Data collection through the collection of complete papers, abstracts and articles that address the topic of chemical transformations; 3) Selection of the complete papers, abstracts and articles from their full reading, and elimination of those that had no relation with the topic researched; 4) Analysis of the complete papers, abstracts and articles selected from three dimensions. Of the total, 82 publications were found in the sources investigated and the results indicate that: the number of publications found was not expressive, because of a total of 5,169 publications, only 6.49% corresponded to the subject investigated; most of the publications are empirical, with a qualitative approach, centered on the macroscopic aspects of the chemical transformations and are destined to Basic Education; the theoretical basis most used by the authors was the theory on chemical transformations, with emphasis on specific contents related to the researched subject; the main results of the researches present differentiated teaching proposals, since most of the publications presented activities with this bias in the classroom, in this manuscript we will describe some and their main contributions. By means of the study carried out, it is concluded that the number of publications on this subject is still insufficient, and it is necessary to carry out more research on the topic of chemical transformations, mainly considering the three levels of representation of matter.

Keywords: Chemical transformations; Bibliographic research; Teaching and learning.

Resumen

El objetivo de esta investigación es presentar un análisis realizado en los anales del Encuentro Nacional de Enseñanza de Química (ENEQ) y en las ediciones de la Revista Química Nova en la Escuela (QNEsc), entre el período de 2008 y 2018, sobre el tema de transformaciones químicas. Para el análisis, se realizó una investigación bibliográfica en los anales y en las ediciones de la revista con el objetivo de detectar cómo viene ocurriendo la enseñanza y aprendizaje del tópico de transformaciones químicas en la Educación Básica y Superior. La investigación bibliográfica se realizó en cuatro etapas: 1) Selección de los anales del ENEQ y ediciones de la revista QNEsc para estudio; 2) Recolección de los datos por medio del levantamiento de trabajos completos, resúmenes y artículos que abordan el tópico de transformaciones químicas; 3) Elección de los trabajos completos, resúmenes y artículos a partir de su lectura integral, y eliminación de los que no presentaban relación con el tópico investigado; 4) Análisis de los trabajos completos, resúmenes y artículos seleccionados a partir de tres dimensiones. Al total resultaron 82 publicaciones en las fuentes investigadas y los resultados apuntan que: el número de publicaciones encontradas no fue expresivo, pues de un total de 5.169 publicaciones, sólo el 6,49% corresponde al asunto investigado; la mayor parte de las publicaciones presentan naturaleza empírica, con abordaje cualitativo, centrada en los aspectos macroscópicos de las transformaciones químicas y son destinadas a Educación Básica (Enseñanza Media); la base teórica más utilizada por los autores fue la teoría sobre transformaciones químicas, con énfasis en contenidos específicos relacionados al tema investigado; los principales resultados de las encuestas presentan propuestas de enseñanza diferenciadas, ya que gran parte de las publicaciones presentaban actividades con este sesgo en el aula, en este manuscrito describiremos algunas y sus principales contribuciones. Por medio del estudio realizado, se concluye que aún es insuficiente el número de publicaciones sobre este asunto, siendo necesario la realización de más investigaciones sobre el tema de transformaciones químicas, principalmente contemplando los tres niveles de representación de la materia.

Palabras clave: Transformaciones químicas; Búsqueda bibliográfica; Enseñanza y aprendizaje.

1. Introdução

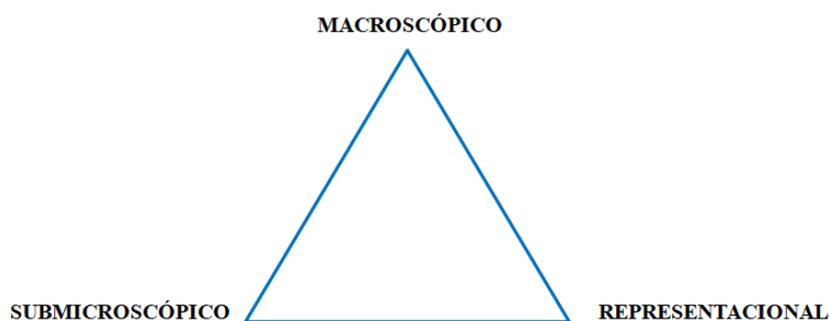
O estudo das transformações químicas é considerado como parte fundamental do saber científico no campo da ciência, não só por ser o eixo principal no desenvolvimento dos conteúdos de Química, mas também por ser necessário aos cidadãos para uma melhor compreensão do mundo físico que os rodeia (Brasil, 2002).

Um nível de compreensão adequado das transformações químicas é saber relacionar os fenômenos (observáveis ou não) a modelos explicativos compreensíveis e coerentes, vinculado à linguagem própria da ciência química permitindo o entendimento de grande parte dos processos que ocorrem a nossa volta (Silva, Souza e Marcondes, 2008).

De acordo com os autores Silva, Souza e Marcondes (2008) a aprendizagem sobre transformação química é complexa, sendo este um fator que colabora para o surgimento de ideias prévias destoantes dos conhecimentos cientificamente aceitos e que favorece o desenvolvimento de concepções alternativas. As autoras Rosa e Schnetzler (1998) enfatizam que para que o sujeito conheça a Química, entender o conceito de transformação química se torna uma necessidade central. Desta forma, acredita-se que o ensino do tópico de transformação química deve ocorrer com base nos três níveis de representação da matéria sugeridos por Johnstone (2000), denominados: nível macroscópico, nível submicroscópico e nível representacional.

Os três níveis de representação da matéria propostos por Johnstone (2000, p.11, tradução nossa) são descritos da seguinte forma: “nível macroscópico, que pode ser visto, tocado e cheirado; nível submicroscópico, representado por átomos, moléculas, íons e estruturas e o nível representacional, composto por símbolos, fórmulas, equações, molaridade, manipulações matemáticas e gráficos”. O autor representa estes três níveis de representação da matéria, a partir da figura de um triângulo (Figura 1), sendo que cada vértice representa a abordagem apenas em um dos níveis; cada linha representa a abordagem de dois dos três níveis, que fazem vértice na linha, enquanto o interior do triângulo representa de forma geral a abordagem nos três níveis.

Figura 1 – Três níveis de representação da matéria.



Fonte: Adaptado de Johnstone, 2006.

Cabe ressaltar que, na pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho, investigou-se como vem sendo abordado nas escolas, nas universidades, nos materiais didáticos etc., o tópico de transformações químicas, e se as publicações analisadas consideram os três níveis de representação da matéria proposto por Johnstone (2000) quando relatam sobre o tópico em questão.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo analisar como vem sendo desenvolvido o ensino e aprendizagem do tópico de transformações químicas. Para isso, realizou-se uma pesquisa bibliográfica nos anais do ENEQ e nas edições da revista QNEsc, pertencentes a área de ensino de Química, entre o período de 2008 a 2018.

2. Metodologia de análise

A orientação metodológica adotada por este trabalho, caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, que segundo Gil (2002), utiliza dados que já receberam tratamento analítico, ou seja, é baseada em material já publicado. Nesta pesquisa, buscou-se quantificar, identificar, analisar, bem como, descrever uma série de padrões no que se refere ao conhecimento científico, mais especificamente, ao ensino e aprendizagem do tópico de transformações químicas. Os dados para a realização desta pesquisa foram obtidos a partir da análise dos anais publicados no ENEQ e, também, das edições da revista QNEsc. Nos anais do ENEQ foram analisados trabalhos completos e resumos, e nas edições da revista QNEsc foi realizada a análise de artigos. Em ambos o período determinado para a análise foi de 2008 a 2018.

A escolha do evento ENEQ foi devido a sua ênfase que é ao Ensino de Química, por apresentar um caráter Nacional, e principalmente porque as publicações não se restringem

apenas ao Ensino Superior, ou seja, professores da Educação Básica também publicam suas pesquisas neste evento. Já a escolha da revista QNEsc se deve ao fato de sua representatividade no Ensino de Química, sendo muito utilizada como referencial por estudantes de Graduação e professores da Educação Básica e Superior.

A investigação foi desenvolvida em quatro etapas:

1) *Seleção dos anais do ENEQ e edições da revista QNEsc para estudo.*

Foram selecionados os anais do ENEQ e as edições da revista QNEsc, publicados entre o período de 2008 a 2018. Ressalta-se, que o ENEQ ocorre a cada dois anos, sendo assim, foram analisados seis anais do evento, conforme o período estipulado. No que se refere à revista QNEsc, a mesma apresenta periodicidade trimestral, portanto, foram analisadas quatro edições da revista por ano dentro do período estabelecido.

2) *Coleta dos dados por meio do levantamento de trabalhos completos, resumos e artigos que abordam o tópico de transformações químicas.*

A partir da seleção dos anais e das edições da revista, a busca dos trabalhos completos, resumos e artigos que abordam o tópico em estudo ocorreu a partir da procura dos seguintes termos: transformação, transformação química, transformações químicas, reação, reação química e reações químicas, presentes no título, palavras-chave ou resumo. No caso dos trabalhos completos e artigos foi verificado se esses termos estavam presentes em um dos três itens, já no caso dos resumos foram observados se os termos estavam contidos no título ou nas palavras-chave.

3) *Escolha dos trabalhos completos, resumos e artigos a partir de sua leitura integral, e eliminação dos que não apresentavam relação com o tópico pesquisado.*

Ao final, foram selecionadas 59 publicações nos anais do ENEQ do total de aproximadamente 4730 publicações, sendo 23 trabalhos completos e 36 resumos, correspondendo a 1,25 % do total das publicações investigadas nos anais. Com relação aos artigos publicados na revista QNEsc, foram selecionados 23 do total de aproximadamente 439 publicados no período investigado, correspondendo a 5,24 % das publicações. No total resultaram 82 publicações referentes ao assunto investigado.

Na Tabela 1, apresentamos o número de todas as publicações divulgadas por ano nas edições do ENEQ, bem como na revista QNEsc, no período de 2008 a 2018.

Tabela 1 – Número de publicações nas edições do ENEQ e revista QNEsc por ano, de 2008 a 2018.

Edições do ENEQ	Número de publicações
2008	462
2010	567
2012	889
2014	1020
2016	1594
2018	198*
TOTAL	4730^a
Edições da revista QNEsc	Número de publicações
2008	41
2009	41
2010	34
2011	32
2012	32
2013	35
2014	36
2015	65
2016	48
2017	41
2018	34
TOTAL	439^a

Fonte: Dados da pesquisa.

*Foi considerado apenas os resumos publicados nos anais. Os trabalhos completos não foram considerados no ano de 2018, pois nem todos foram publicados até o momento.

^aNúmeros aproximados.

4) *Análise dos trabalhos completos, resumos e artigos selecionados a partir de um roteiro previamente estruturado.*

Todos os trabalhos completos, resumos e artigos foram lidos e analisados com base no roteiro previamente elaborado, que considerou três dimensões: Caracterização dos trabalhos completos, resumos e artigos, Aspectos metodológicos e Base teórica e principais resultados das pesquisas.

A 1ª dimensão, “Caracterização dos trabalhos completos, resumos e artigos”, menciona as características gerais das publicações analisadas, identificando a edição do evento, tipo de publicação, título, ano, autores, identificação das instituições, bem como o estado que pertencem as publicações. Esses dados possibilitam verificar as publicações realizadas por estado no período investigado e o acesso as pesquisas Nacionais da área de ensino de Química, que estavam sendo produzidas.

Já a 2ª dimensão, “Aspectos metodológicos”, descreve a metodologia envolvida nas publicações analisadas. Para a realização desta análise, utilizou-se como base os trabalhos de Costa e Moreira (1996) e de Miranda, Braibante e Pazinato (2018). As categorias eleitas para esta análise foram: “Natureza da pesquisa”; “Abordagem da pesquisa”; “Níveis de representação da matéria”; “Nível e etapa de ensino”.

Com relação à categoria “Natureza da pesquisa”, as publicações foram classificadas em teórica ou empírica. A pesquisa teórica é "dedicada a reconstruir teoria, conceitos, ideias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos" (Demo, 2000, p. 20). Já a pesquisa empírica é dedicada ao tratamento da "face empírica e fatural da realidade; produz e analisa dados, procedendo sempre pela via do controle empírico e fatural" (Demo, 2000, p. 21).

Quanto a categoria “Abordagem da pesquisa”, a mesma diz respeito aos métodos empregados pelos autores na coleta e análise dos dados. Com isso, as publicações foram classificadas em pesquisas qualitativa e quantitativa. A pesquisa qualitativa, envolve análises descritivas e possui o ambiente natural como fonte de dados. Já a pesquisa quantitativa, de modo geral, tem como foco a utilização de métodos estatísticos (Moreira, 2011).

A categoria denominada “Níveis de representação da matéria”, é relativa aos três níveis de representação da matéria propostos por Johnstone (2000). Neste estudo, buscou-se investigar se as publicações mencionam em sua abordagem os três níveis (macroscópico, submicroscópico e representacional), se a abordagem ficou restrita a um/dois dos níveis, ou então, se não foram mencionados os níveis.

No que se refere a categoria “Nível e etapa de ensino”, as publicações foram organizadas conforme os níveis e etapas da educação brasileira. É pertinente destacar que,

algumas publicações não se aplicaram/não apresentaram dados a respeito do nível e etapa de ensino.

A 3ª dimensão, intitulada “Base teórica e principais resultados das pesquisas” apresenta principalmente as contribuições das publicações analisadas. Com relação à base teórica, foi identificada a fundamentação que os autores seguiram, sendo elas: construtivismo e teorias sobre as transformações químicas. Outro ponto que foi analisado se refere às metodologias de ensino utilizadas ou propostas nas publicações para a abordagem dos assuntos. Por fim, foram analisadas as contribuições das diferentes abordagens no ensino do tópico de transformações químicas.

A Figura 2 apresenta o desenho da pesquisa bibliográfica, a qual resume a análise das publicações.

Figura 2 – Desenho da pesquisa bibliográfica resumido.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os trabalhos completos, resumos e artigos foram analisados e classificados de forma independente pela autora principal deste artigo, levando em consideração as etapas descritas.

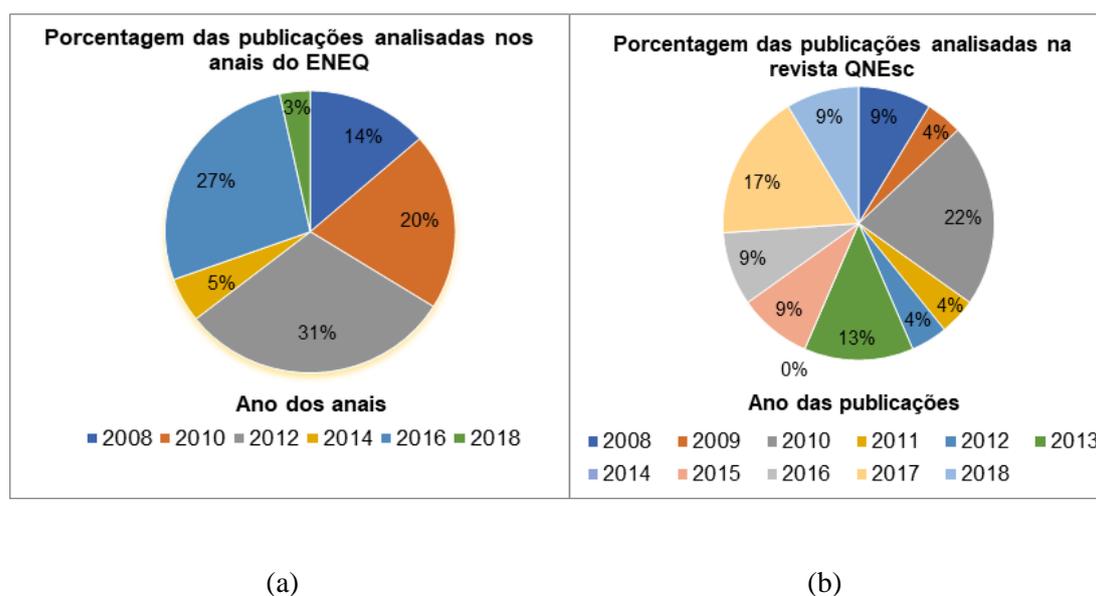
3. Resultados e discussões

Os resultados da pesquisa bibliográfica serão apresentados de acordo com as três dimensões estabelecidas na quarta etapa da metodologia (Figura 2).

1ª dimensão: Caracterização dos trabalhos completos, resumos e artigos

A Figura 3 demonstra de forma ilustrativa a porcentagem das publicações encontradas nos anais do ENEQ e nas edições da revista QNEsc, no período de 2008 a 2018.

Figura 3 – Representação das publicações analisadas nos anais do ENEQ (a) e edições da revista QNEsc (b).



Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme ilustra a Figura 3 (a) e (b), referente às publicações encontradas nos anais do ENEQ e na revista QNEsc, pode-se afirmar que:

Em determinados anos, as duas fontes investigadas apresentaram um maior número de publicações sobre o ensino e aprendizagem de transformações químicas. No caso dos anais do ENEQ, os eventos de 2012 e 2016 foram os que mais apresentaram publicações referentes ao assunto investigado, correspondendo a 31% e a 27% respectivamente, ou seja, mais de 50% das publicações analisadas pertenciam a estes anais. Com relação à revista QNEsc, verificou-

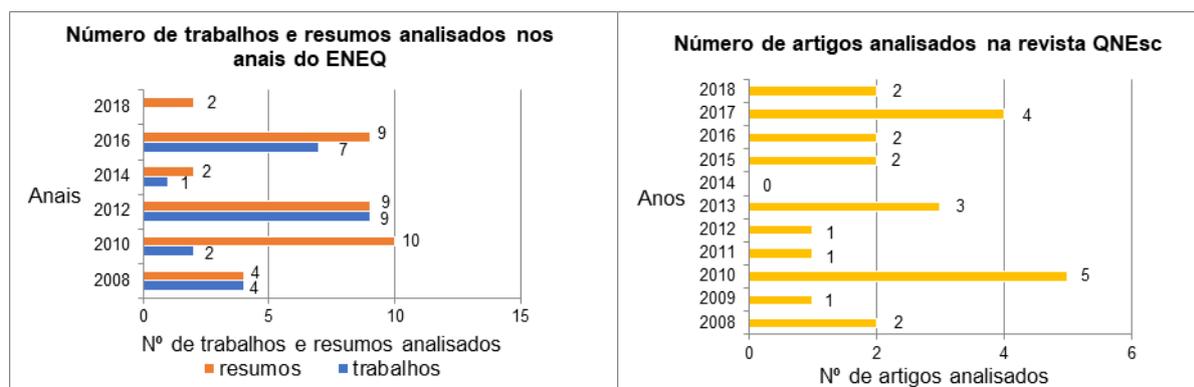
se que nos anos de 2010 e 2017, a mesma apresentou um maior número de artigos publicados, correspondendo a 22% e a 17% respectivamente das publicações analisadas.

Por meio da investigação realizada, constatou-se que em determinados anos houve redução de publicações sobre o assunto investigado tanto nos anais do ENEQ, quanto nos artigos publicados na revista QNEsc. Nas edições do ENEQ de 2014 e 2018 houve uma redução para 5% e 3% respectivamente, sendo que na edição de 2014 foi possível fazer o download de apenas três de um total de sete publicações dos anais deste ENEQ. É importante destacar, que não foi possível acessar quatro trabalhos que haviam no título um dos termos investigados devido a falhas no site do evento. Com relação à edição de 2018, foi possível acessar os anais que constavam os resumos do evento, os trabalhos completos não foram acessados, pois seriam disponibilizados futuramente em diferente formato. No que se refere à revista QNEsc, constatou-se nos anos de 2009, 2011 e 2012, um menor número de artigos publicados sobre o assunto, correspondendo a apenas 4% em cada ano.

Ainda, de acordo com a Figura 3 (a) e (b) é possível afirmar que as publicações do ENEQ, bem como da revista QNEsc sofreram oscilações em sua quantidade conforme o ano investigado. Em alguns anos foram encontradas mais publicações e em outros, menos. Provavelmente a oscilação observada no número de publicações tanto no ENEQ, quanto na revista QNEsc pode ser decorrente de determinados eventos, como por exemplo, a descoberta de Prêmio Nobel, o lançamento de novos livros didáticos pelo PNLD – Programa Nacional do Livro Didático, que fizeram com que os pesquisadores dessem mais atenção a esse tema.

Com intuito de melhor apresentar as 59 publicações analisadas nos anais dos eventos do ENEQ e as 23 publicações analisadas na revista QNEsc, a Figura 4 (a) expõe o número de trabalhos e resumos analisados e em (b) apresenta o número de artigos analisados, cada um de acordo com o ano.

Figura 4 – Apresentação do número de trabalhos completos e resumos analisados nos anais do ENEQ (a) e artigos analisados na revista QNEsc (b), no período estabelecido.



(a)

(b)

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base na Figura 4 (a) e (b), podemos destacar que:

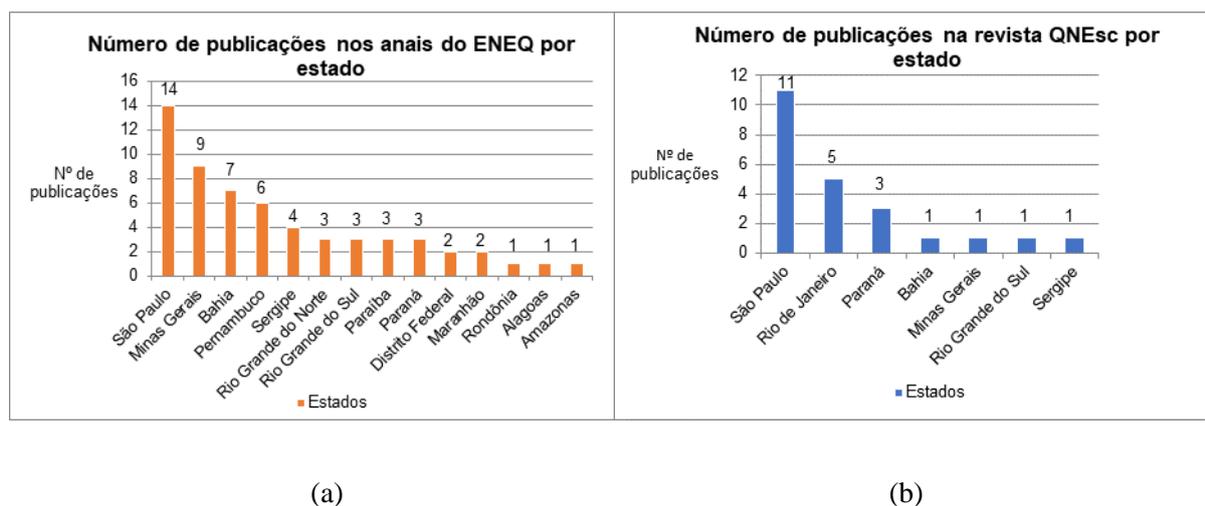
Na Figura 4 (a), que é referente aos anais do ENEQ, o número de resumos analisados é igual ou superior ao de trabalhos completos. Na mesma imagem, pode-se constatar que os anais das edições de 2008 e 2012 apresentaram o mesmo número de resumos e trabalhos analisados. Já os anais das edições de 2010, 2014 e 2016 apresentam diferenças entre o número de trabalhos e resumos analisados, sendo que os referentes ao ano de 2010 foram os que mais apresentaram esta diferença, sendo analisados dez resumos e apenas dois trabalhos. Acredita-se que a preferência em publicar resumos sobre o tópico investigado pode ter sido maior devido ao número de laudas, pois os resumos analisados apresentavam uma única lauda, enquanto os trabalhos completos apresentavam no mínimo oito laudas.

Com relação ao ENEQ de 2018, não é possível fazer a mesma comparação entre o número de trabalhos completos e resumos, pois foram analisados somente os anais que continham os resumos.

De acordo com a Figura 4 (b), que apresenta o número de artigos analisados na revista QNEsc por ano, é possível identificar as diferentes oscilações na quantidade de artigos analisados durante o período estabelecido. Por vezes aumenta o número de artigos analisados e por vezes diminui ao ponto de não ter sido constatado nenhum artigo, como foi o caso do ano de 2014.

Com o propósito de detectar o número de publicações analisadas por estado, a Figura 5 (a) apresenta o número de publicações nos anais do ENEQ por estado e a (b) apresenta o número de publicações na revista QNEsc por estado no período de 2008 a 2018.

Figura 5 – Número de publicações encontradas nos anais do ENEQ (a) e na revista QNEsc (b).



Fonte: Dados da pesquisa.

Mediante a análise da Figura 5 (a) e (b), detectou-se que nos anais do ENEQ, bem como as edições da revista QNEsc analisados no período estabelecido, que o estado que apresentou um maior número de publicações referentes ao ensino e a aprendizagem do tópico de transformações químicas foi São Paulo, com 13 publicações nos anais do ENEQ e 11 na revista QNEsc.

Nos anais do ENEQ e nas edições da revista QNEsc outros estados também apresentaram um considerável número de publicações, sendo detectado nos anais do ENEQ: Minas Gerais com nove, Bahia com sete, Pernambuco com cinco e Sergipe com quatro, sendo que a maior concentração de publicações sobre o assunto investigado se localizada nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil. Já na revista QNEsc, constatou-se os seguintes estados: Rio de Janeiro com cinco e Paraná com três, estes situados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

Alguns estados como: Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte, Paraíba e Paraná apresentaram o mesmo número de publicações nos anais do ENEQ analisados, sendo que cada estado teve três publicações, considerando os seis anais investigados. Da mesma forma,

nas edições da revista QNEsc quatro estados tiveram o mesmo número de publicações, sendo eles: Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Sergipe, cada um com uma publicação.

Nos anais do ENEQ, verificou-se ainda os estados do Maranhão e Distrito Federal, que apresentaram duas publicações nos anais investigados e os estados de Rondônia, Alagoas e Amazonas, que apresentaram apenas uma publicação cada nos anais.

2ª dimensão: Aspectos metodológicos

Em relação aos aspectos metodológicos foram consideradas as categorias: “Natureza da pesquisa”; “Abordagem da pesquisa”; “Níveis de representação da matéria”; “Nível e etapa de ensino”. Para as categorias descritas foram elaboradas subcategorias com o intuito de melhor discuti-las. O resultado desta análise é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Aspectos metodológicos, categorias e subcategorias analisadas nas publicações.

Categorias	Subcategorias	Quantidade	Ocorrência
a) Natureza da pesquisa	Teórica	25	30%
	Empírica	57	70%
b) Abordagem da pesquisa	Qualitativa	82	100%
	Quantitativa	0	0
c) Níveis de representação da matéria	Macroscópico	25	30%
	Representacional	7	9%
	Submicroscópico	2	2%
	Macroscópico e submicroscópico	5	6%
	Macroscópico e representacional	16	20%
	Abordagem dos três níveis	7	9%
	Não mencionam os níveis	20	24%
d) Nível e etapa de ensino	Educação Básica (Ensino Fundamental)	8	10%
	Educação Básica (Ensino Médio)	43	53%
	Educação Básica (Ensino Médio e Ensino Fundamental)	2	2%
	Educação Básica (Ensino Médio) e Ensino Superior	5	6%
	Ensino Superior	5	6%

	Não se aplica/ não apresenta	19	23%
--	------------------------------	----	-----

Fonte: Dados da pesquisa.

Por meio da análise da Tabela 2, detectou-se que 30% das publicações analisadas sobre transformações químicas eram teóricas. Tais publicações se referem a: proposta de ensino; descrição de Prêmio Nobel; análise do conceito de transformação química em diferentes materiais didáticos, utilizando determinadas teorias como base; apresentação e fundamentação do conceito de transformação química, levando em consideração referenciais teóricos.

A maior parte das publicações analisadas corresponde a uma abordagem empírica (70%). As fontes de dados das publicações analisadas foram diversas, sendo elas: questionários, entrevistas, tabelas, relatórios, mapas conceituais e outros. A abordagem empírica visa à comprovação prática de um suposto fenômeno de estudo, que pode ser por meio de experimentos ou observação de contextos para coleta de dados (Megid Neto, 1999).

Com relação às publicações classificadas como empíricas, verificou-se que grande parte delas buscava investigar os conhecimentos prévios, as dificuldades, ou então, as concepções alternativas dos estudantes sobre transformação química ou conceitos relacionados. Além disso, algumas publicações utilizaram diferentes metodologias de ensino, com o intuito de auxiliar os estudantes em uma melhor compreensão do conceito.

Nesse sentido, cita-se como exemplo, o estudo de Mendes, Oki e Pinheiro (2010), publicado no ENEQ, os quais propuseram um questionário investigativo sobre conceitos relacionados ao tópico de transformações químicas, para estudantes da 3ª série do Ensino Médio e estudantes que estavam ingressando na Universidade, cujo objetivo foi identificar e comparar as concepções alternativas dos dois grupos. Os autores constataram, por meio da análise dos questionários, que os estudantes, em geral, apresentam dificuldades na compreensão dos fenômenos físicos e químicos nos níveis submicroscópico e simbólico, e ainda, salientaram que nas respostas dos estudantes existiam diferentes concepções alternativas, distantes daquelas aceitas cientificamente e mantidas durante o processo de ensino.

Já na revista QNEsc, um estudo empírico que serve de exemplo é o de Fatareli et al. (2010). Neste estudo, os autores mencionaram uma estratégia baseada nos preceitos da aprendizagem cooperativa, denominada método *Jigsaw*. De acordo com os autores, o método em questão foi aplicado em uma turma de 25 alunos da 2ª série do Ensino Médio, na qual foi estudado e discutido o assunto “fatores que afetam a velocidade das reações químicas”.

Os autores salientaram que para a realização da atividade baseada no método *Jigsaw*, foi necessário reunir os estudantes em grupos. Para garantir a participação ativa de todos os membros dos grupos, o professor atribuiu a cada um deles os seguintes papéis: redator – redige as respostas do grupo; mediador – organiza as discussões no grupo, permitindo que todos possam se expressar e resolve os conflitos de opinião; relator – expõe os resultados da discussão e porta-voz – tira dúvidas com o professor.

O método *Jigsaw* utilizado em sala de aula, bem como a compreensão do assunto estudado foi avaliado por meio de questionários. Com base nos resultados dos questionários, os autores mencionaram que a estratégia utilizada favoreceu o aprimoramento da capacidade de comunicação e escrita dos estudantes. Além disso, as respostas também demonstraram um melhor entendimento dos alunos em relação aos conceitos de temperatura, superfície de contato, concentração e etc. trabalhados durante a aplicação da estratégia.

Em relação à abordagem das pesquisas, pode-se observar na Tabela 2 que todas as publicações analisadas apresentaram caráter qualitativo. A pesquisa qualitativa em ensino, de acordo com Mol, Silva e Souza (2013), tem se intensificado nas últimas décadas, sendo a mesma utilizada na abordagem de temas diversos e assumindo distintos enfoques teóricos.

Com relação à abordagem dos níveis de representação da matéria, constatou-se por meio da análise da Tabela 2 que a maioria das publicações analisadas tratava apenas o nível macroscópico (30%), ou seja, os estudos mencionavam apenas elementos visuais do tópico de transformações químicas e não faziam menção aos demais níveis de representação da matéria. Um exemplo de publicação analisada, encontrada nos anais do ENEQ, foi a das autoras Santana, Rezende e Andrade (2010), na qual havia somente abordagens no nível macroscópico. Na publicação, consta que foram realizadas na atividade experimental, duas reações químicas, em que os estudantes deveriam observar e registrar o que estavam visualizando. Após a atividade os pesquisadores discutiram com os estudantes aspectos relacionados aos experimentos. A atividade proposta pelos autores foi bem interessante, pois julgaram necessário que a abordagem das transformações químicas inicie com aspectos visuais. Porém, não foi identificado se posteriormente outros aspectos foram trabalhados, referentes ao nível submicroscópico e representacional, pois não foram discutidos na publicação.

Na QNEsc, um exemplo de publicação com uma abordagem centrada no nível macroscópico foi apresentada pelos autores Guimarães e Dorn (2015). Na publicação, os autores relataram a construção de um experimento que simula o aumento do efeito estufa devido ao aumento da concentração de gás carbônico. O experimento em questão foi

elaborado com materiais alternativos e de fácil acesso, sendo indicado para ser implementado para estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Alguns conceitos como transformações químicas, efeito estufa e características da atmosfera da Terra foram sugeridos pelos autores para serem trabalhados com estudantes. Percebeu-se que o foco principal do artigo descrito, foi apresentar os aspectos macroscópicos, pois todo o procedimento foi detalhado e ilustrado para uma futura construção e execução.

Com base nos dados da Tabela 2, identificou-se que 9% das publicações se referiam a aspectos do nível representacional, ou seja, abordavam equações, fórmulas, símbolos, entre outros, e que apenas 2% das publicações se referiram a aspectos submicroscópicos, no que diz respeito aos átomos, moléculas, íons entre outros. Considera-se que a abordagem isolada dos dois níveis descritos pode dificultar o entendimento do conceito de transformação química por parte dos estudantes, devido ao seu elevado nível de abstração.

Conforme relata Pereira (2013), a abordagem das transformações químicas para promover a construção do conhecimento, deve ser expressa de forma clara, levando em consideração os três níveis de representação da matéria. Desta forma, sugere-se que publicações futuras busquem abordar o tópico de transformações químicas considerando os três níveis de representação da matéria, e não cada um de forma isolada, pois para o estudante compreender o tópico em questão ele precisa transitar entre os diferentes níveis e não simplesmente ficar estagnado em um deles.

Em relação à abordagem dos níveis de representação da matéria, percebeu-se que algumas publicações já têm integrado pelo menos 2 dos 3 níveis, visto que 6% das publicações fizeram abordagens dos níveis macroscópico e submicroscópico e 20% fizeram abordagens dos níveis macroscópico e representacional. Consideram-se esses dados positivos, pois isto mostra que os autores dessas publicações percebem que o conceito de transformação química não deve ser compreendido apenas em um dos níveis.

Por meio da análise da Tabela 4, observou-se que 9% das publicações analisadas abordaram os três níveis de representação da matéria. Desta forma, cita-se como exemplo a pesquisa realizada e publicada no ENEQ por Reis e Lopes (2010), em que os autores analisaram os livros didáticos do Ensino Fundamental, a fim de verificar a linguagem química veiculada nestes livros, considerando a presença ou não de obstáculos epistemológicos, com base no referencial Bachelardiano. Ainda, os autores realizaram a análise de como o conceito de transformação química é abordado nas coleções, com base nos três níveis de representação da matéria, que são: macroscópico, submicroscópico e representacional. De acordo com as

análises realizadas, fica evidente que os autores consideram os três níveis descritos como sendo relevantes para a abordagem do tópico de transformações químicas.

Na revista QNEsc, uma publicação que empregou os três níveis de representação da matéria, foi descrita por Fernandes e Reis (2017), cujo objetivo da pesquisa foi desenvolver uma estratégia didática com alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria. Durante a abordagem dos assuntos, foram trabalhados os três níveis de representação da matéria, sendo que inicialmente atividades experimentais foram realizadas para que os estudantes conseguissem visualizar a ocorrência de reações químicas. Posteriormente foram realizadas atividades de modelagem utilizando massa e bolas de isopor, bem como atividades ilustrativas, ambas foram realizadas para auxiliar na construção de um raciocínio submicroscópico e representacional do que ocorre durante uma reação química.

De acordo com as publicações analisadas, detectou-se que 23% delas não faziam menção aos níveis de representação da matéria. Tais publicações buscavam investigar outros aspectos, como por exemplo, as concepções alternativas de estudantes sobre o conceito de transformação química.

Quanto ao nível e etapa de ensino, verificou-se a predominância de publicações voltadas para a Educação Básica, sendo que o Ensino Médio foi investigado em 53% das publicações e o Ensino Fundamental em 10%, totalizando 63% das publicações investigadas. Estes dados demonstram um forte interesse dos pesquisadores em relação a aspectos que consideram pertinentes sobre o tópico de transformações químicas na Educação Básica. Em menor quantidade, ou seja, 6% das publicações eram dedicadas ao Ensino Superior, evidenciando que há pouco interesse dos pesquisadores em relação ao tópico de transformação química neste nível de ensino.

Em termos do Ensino Médio, com um maior número de publicações, foram identificadas nos anais do ENEQ algumas pesquisas que tratavam de diferentes abordagens do tópico de transformações químicas. Pesquisas como as de Silva, Zuin e Marques (2010); Leão, Lemos e Cavalcante (2010), mencionaram abordagem das transformações químicas por meio da utilização de temáticas. A primeira das publicações descritas acima abordou transformações químicas a partir da temática hidrosfera, aliada a uma perspectiva CTSA. Já a segunda publicação apresentou uma proposta de ensino para introduzir o tópico de transformações químicas, com base na temática compostagem.

Na revista QNEsc, as pesquisas direcionadas ao Ensino Médio, em sua maioria, tratavam de propostas experimentais ou então de abordagens temáticas. Como exemplo de

proposta experimental, mencionamos o artigo publicado por Sartori, Batista e Filho (2008), que descreve um experimento simples e de fácil execução, envolvendo reações de oxidação-redução de escurecimento e limpeza de objetos de prata. Já como exemplo de abordagens temáticas, citamos o artigo descrito por Merçon (2010), que aborda o tema gordura *trans*, de forma a tratar de reações químicas, como por exemplo: reação de formação de um triacilglicerol, reação de transesterificação, dentre outras. De acordo com o autor, o artigo em questão, visa fornecer subsídios para um ensino contextualizado e interdisciplinar.

Ainda, foram encontrados trabalhos que associavam dois diferentes níveis de ensino, como no caso da Educação Básica (Ensino Médio) e Ensino Superior com 6% das publicações, bem como, verifica-se duas publicações que envolvia duas diferentes etapas da Educação Básica (Ensino Fundamental e Ensino Médio). Vale ressaltar que 23% das publicações não manifestaram o nível ou etapa de ensino ou, então, não eram referentes a nenhum deles e sim somente ao tópico.

3ª dimensão: Base teórica e principais resultados das pesquisas.

Os resultados da análise das publicações do ENEQ e da revista QNEsc relacionados à base teórica estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 – Base teórica, categorias e subcategorias analisadas.

Base teórica			
Categorias	Subcategorias	Nº de publicações	Ocorrência
Construtivismo	Citação de autores construtivistas.	23	43%
	Construtivismo explícito.	6	
	Apresentam concepções alternativas.	6	
	TOTAL	35	
Teoria sobre transformações químicas	Aspectos conceituais/gerais sobre transformações químicas.	16	57%
	Conteúdos específicos.	25	
	Transformação química versus transformação física.	6	

	TOTAL	47	
--	--------------	-----------	--

Fonte: Dados da pesquisa.

A base teórica mais frequente nas pesquisas, foi a “teoria sobre transformações químicas”, somando no total 47 publicações (57%). Das publicações analisadas, 16 eram referentes a aspectos conceituais/gerais sobre transformações químicas, que investigavam o conceito em si, ou então, aspectos gerais como, por exemplo, constituição da matéria, evidências das reações químicas entre outros. Já 25 publicações investigavam conteúdos específicos relacionados às transformações químicas, como por exemplo, termoquímica, reações de oxidação-redução, cinética química etc. e seis publicações retratavam sobre as transformações químicas e físicas.

Um exemplo de publicação analisada nos anais do ENEQ envolvendo conteúdos específicos foi a pesquisa realizada por Souza, Moreira e Santos (2010). Nesta pesquisa, os autores propuseram protótipos de fácil construção, baixo custo, com materiais de fácil aquisição, desenvolvidos para a realização de experimentos simples, que podem ser utilizados em sala de aula para abordagem de diversos conteúdos químicos tais como equilíbrio químico, reações químicas, pH e indicadores ácido-base.

Outro exemplo a destacar é a pesquisa realizada por Silva e Pataca (2018), publicada na revista QNEsc. Nesta pesquisa, os autores relataram a aplicação de uma sequência didática desenvolvida com estudantes da 3ª série do Ensino Médio sobre o conteúdo de equilíbrio químico. Para a abordagem do conteúdo, os autores mencionaram os trabalhos realizados pelo químico alemão Fritz Haber, relacionado a reação de síntese da amônia.

Em relação à categoria “construtivismo”, detectou-se 35 publicações (43%). Das publicações analisadas, 23 citam autores construtivistas, seis retratam o construtivismo de forma explícita e seis publicações não referenciam de forma explícita, porém investigam as concepções alternativas dos estudantes, sendo essa uma linha de pesquisa atrelada à teoria construtivista.

Quanto à perspectiva construtivista, observou-se um considerável número de publicações que mencionam autores construtivistas. Exemplos de publicações deste tipo foram publicadas no ENEQ por Silva et al. (2016) e na revista QNEsc por Guimarães e Dorn (2015). A publicação de Silva et al. (2016) intitulada “O construtivismo como prática de ensino nas aulas de Ciências na zona rural de São Luiz – MA: A transformação de energia na construção de pilhas alternativas”, foi baseada na teoria de Piaget, no que se refere ao desenvolvimento da aprendizagem. Já a publicação de Guimarães e Dorn (2015), denominada

“Efeito estufa usando material alternativo”, teve como embasamento teórico a teoria de David Ausubel, relacionada a aprendizagem significativa, ao tratar de experimentação investigativa.

Em relação às publicações que apresentaram estratégias de ensino, detectou-se uma variedade de propostas para a abordagem do tópico investigado, sendo que: 25 publicações se referiam a atividades experimentais, 10 tratavam de sequências didáticas, com diferentes tipos de atividades e em menor quantidade, verificaram-se abordagens por meio de: jogos, oficinas, situações problemas, temáticas, vídeos, contextualização, elaboração de modelos entre outros.

Com base no número considerável de estratégias de ensino citadas anteriormente, constata-se a existência de preocupação com relação ao ensino e aprendizagem do tópico de transformações químicas. Nos anais do ENEQ, Costa et al. (2012) relataram que perceberam um maior interesse dos estudantes na realização das atividades experimentais propostas, bem como, um maior desempenho comparando a outras situações vivenciadas. Já na revista QNEsc os autores Sartori et al. (2013) salientaram que por meio das atividades experimentais realizadas, foi possível que os estudantes conseguissem visualizar e interpretar os fenômenos químicos presentes no cotidiano.

De acordo com a categoria “Contribuições das diferentes abordagens do tópico de transformações químicas nas publicações analisadas”, serão apresentados os principais resultados obtidos pela análise das publicações. Essa categoria foi eleita para elucidar de forma geral algumas contribuições científicas, didáticas e pedagógicas das publicações analisadas.

- Contribuições das diferentes abordagens do tópico de transformações químicas nas publicações analisadas

A pesquisa de Souza e Justi (2008), publicada nos anais do ENEQ, apresenta a elaboração de modelos por uma turma da 2ª série do Ensino Médio sobre o conteúdo de termoquímica. Inicialmente, os estudantes foram solicitados a seguir um diagrama composto por várias etapas para explicar a energia envolvida nas transformações químicas, ou seja, eles deveriam expressar um modelo. Com o modelo expresso, os estudantes deveriam realizar testes que poderiam ser experimentos mentais e/ou através de planejamento e realização de testes empíricos, sendo assim, se o modelo elaborado tivesse falhas, seria possível voltar nas etapas anteriores e propor modificações, ou até mesmo rejeitá-lo. Os modelos quando finalizados, foram apresentados e discutidos pelos estudantes, pois a ideia era chegar a um

consenso de modelo que explicasse da melhor forma a energia envolvida nas transformações químicas.

Com relação aos resultados, os autores salientaram que as evidências empíricas apresentadas ao longo do processo e as intervenções da professora foram de grande relevância, favorecendo a formulação ou reformulação dos modelos pelo grupo, a percepção de novos elementos, teste do modelo anterior ou percepção de alguma inconsistência do modelo construído.

Em termos dos modelos finais elaborados pelos estudantes, os autores destacaram que:

- Alguns estudantes apresentaram um modelo destacando a energia interna das moléculas (energia utilizada durante a reação é maior que a energia armazenada pelo sistema);

- Muitos estudantes apresentaram um modelo destacando um entendimento parcial das relações energéticas que permeiam as transformações químicas (absorção e liberação de energia na quebra e formação das ligações químicas, respectivamente), sem expressar a ideia de saldo energético final;

- Muitos estudantes apresentaram um modelo destacando um correto entendimento das transformações químicas, representando os rearranjos dos átomos por meio da quebra e da formação das ligações químicas. Além disso, expressaram a ideia de saldo energético final, caracterizando o processo como endotérmico ou exotérmico.

Com base no que foi apresentado, é possível inferir que a elaboração de modelos não foi uma tarefa tão simples para os estudantes, pois os mesmos tiveram que propor, testar, e até mesmo alterar os modelos que haviam elaborado. Mas, acredita-se que a atividade proposta foi muito interessante no sentido, que fez com que os estudantes refletissem sobre a energia envolvida nas transformações químicas.

Em relação aos modelos finais propostos pelos estudantes, os resultados demonstram certo entendimento por parte de alguns deles, no sentido que compreendem que nas transformações químicas ocorre um rearranjo dos átomos envolvidos, em que há rompimento e formação de ligações químicas (absorção e liberação de energia respectivamente) e ainda, foi mencionado que alguns estudantes compreendem o saldo energético final das transformações químicas, ou seja, se a reação é endotérmica ou exotérmica.

A pesquisa realizada por Lima et al. (2012) e publicada nos anais do ENEQ visa discutir os resultados de uma oficina realizada com estudantes da 1ª série do Ensino Médio sobre o conceito de transformação química. Na oficina foram desenvolvidas atividades experimentais, que eram reações químicas que envolviam a formação de precipitado, mudança de coloração, liberação de gás, etc, com o objetivo de propiciar aos estudantes

condições de construir e/ou reconstruir seus modelos explicativos referentes ao assunto. Para a análise dos dados, os pesquisadores aplicaram pré e pós-testes.

Os resultados obtidos indicaram que inicialmente o conceito apresentado pelos estudantes sobre transformação química estava muito atrelado ao **conceito de misturas e mudança de estado físico**, bem como foi evidenciado que os estudantes **confundiam substância com elemento**, pois mencionaram “São processos em que os elementos se transformam” (Lima et al. 2012, p. 1). Já após a realização das atividades experimentais, os autores detectaram algumas mudanças relacionadas ao conceito de transformação química.

Com relação aos resultados, percebe-se que a oficina e as atividades experimentais desenvolvidas auxiliaram alguns estudantes na melhor compreensão do conceito de transformação química, visto que inicialmente havia muita confusão a respeito do assunto.

Na pesquisa de Fatoreli et al. (2010), publicada na revista QNEsc, é apresentada a utilização de uma estratégia didática denominada método *Jigsaw*, em uma turma da 2ª série do Ensino Médio. O conteúdo contemplado durante as abordagens foi o de “fatores que afetam a velocidade das reações químicas”.

Para o desenvolvimento da estratégia didática, o professor dividiu os estudantes em cinco grupos e atribuiu a cada componente papéis, sendo eles: redator – redige as respostas do grupo; mediador – organiza as discussões no grupo; relator – expõe os resultados da discussão; e porta-voz – tira dúvidas com o professor.

A aplicação do método *Jigsaw* ocorreu da seguinte maneira:

1ª etapa - Os alunos foram distribuídos em seus respectivos grupos e cada um deles tomou conhecimento do papel que deveria desempenhar.

2ª etapa - O professor fez uma breve exposição sobre a importância do conhecimento da velocidade das reações químicas e das condições necessárias para que estas aconteçam. Em seguida, fez uma pergunta, que foi discutida entre os membros dos grupos: “Que fatores afetam a velocidade de uma reação química?”.

3ª etapa - Após à resolução da questão inicial, cada aluno executou um experimento sobre um fator que afeta a velocidade das reações químicas (temperatura, concentração, superfície de contato, catalisador e inibidor), juntamente com os colegas dos outros grupos a quem foi atribuído o mesmo experimento, formando-se assim cinco grupos de especialistas.

4ª etapa - Cada aluno voltou ao seu grupo de base e apresentou suas observações e conclusões sobre o experimento aos demais colegas. Após a explanação de todos os especialistas, os alunos voltaram a discutir a questão colocada inicialmente pelo professor, de modo a aprimorar suas respostas. Nesse momento, o mediador solicitou a cada componente

que expusesse os conceitos discutidos no grupo de especialistas, garantindo que todos tomassem conhecimento do que foi observado em cada experimento, e o porta-voz quando necessário, eliminou dúvidas do grupo com o professor.

No final da discussão, o redator escreveu em uma folha as respostas do grupo e as entregou ao professor, e os relatores apresentaram oralmente as conclusões do grupo ao professor e aos demais colegas.

Com relação aos resultados obtidos nesta pesquisa, conclui-se que:

- A temperatura foi o fator mais citado ao questionamento feito inicialmente, pois foi verificado nas respostas iniciais de quatro dos cinco grupos, sendo que um dos grupos apontou este como o único fator que influencia a velocidade de uma reação.

- Ao ser realizada a comparação das respostas iniciais e finais, foi detectado que nas respostas iniciais de quatro dos cinco grupos, apenas estavam enumerados os fatores, sem discussão sobre a forma de influência destes ou as possíveis razões para tal. Já nas respostas finais de todos os grupos, um maior número de fatores foi enumerado pelos estudantes. Quatro dos cinco grupos, apresentaram justificativas relacionadas à forma como esses fatores influenciam a velocidade das reações. Além disso, alguns estudantes relacionaram os assuntos estudados com aspectos do seu cotidiano, como por exemplo: “Outro fator que influencia a velocidade são as moléculas já separadas. Exemplo: em casa quando cozinhamos alimentos a gente corta os alimentos para acelerar o processo” (Fatareli et al. 2010 p. 164).

- O método *Jigsaw* teve boa receptividade entre os estudantes, sendo que eles apresentaram uma atitude mais ativa e responsável em relação ao seu aprendizado. No questionário aplicado aos estudantes, grande parte deles mencionaram que a estratégia contribuiu para um melhor entendimento dos conceitos, e além disso, mencionaram que tinham interesse em participar de atividades semelhantes novamente.

Com base nos resultados obtidos, pode-se dizer que o método *Jigsaw* é uma estratégia didática riquíssima, contribuindo no trabalho em grupo dos estudantes, nas suas responsabilidades, pois cada estudante teve uma tarefa a desempenhar, no diálogo e interação e, também, no entendimento do conteúdo estudado. Portanto, vale destacar que o método utilizado cumpriu com a premissa de aprendizagem cooperativa.

A pesquisa de Barreto, Batista e Cruz (2017), disponível na revista QNEsc, relata duas atividades experimentais, uma de deposição química de prata em um bastão de cobre, e outra, de eletrodeposição de prata em um substrato de cobre no formato de anel. As atividades experimentais mencionadas foram desenvolvidas com estudantes da 3ª série do Ensino Médio, para a compreensão do conteúdo de eletroquímica.

De acordo com os autores, o conhecimento eletroquímico é complexo, pois exige um raciocínio mais elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico. Afinal, não é fácil entender que, em uma reação de oxidação-redução (como, por exemplo, nos fenômenos de corrosão), uma substância doa elétrons para outra, e que essa transferência de elétrons gera corrente elétrica.

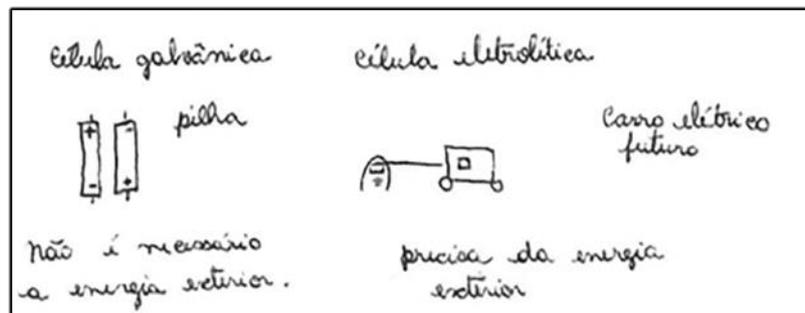
A fim de avaliar o entendimento dos estudantes foram solicitados depoimentos registrados pelos pesquisadores sobre a aula experimental. Também foram requeridas as representações das células galvânicas e eletrolíticas, por meio de desenhos.

Mediante os resultados obtidos, os autores detectaram que:

- Quando os estudantes foram solicitados a conceituar as diferenças existentes entre as células galvânicas e eletrolíticas, um percentual de 56% dos discentes conceituou corretamente e 44% confundiram as respostas.

A Figura 6 exemplifica a diferenciação correta das células galvânicas e eletrolíticas feita por um estudante.

Figura 6 – Desenho ilustrativo de um estudante, referente as diferenças entre células galvânicas e eletrolíticas.



Fonte: Barreto, Batista e Cruz, 2017.

Por meio da análise da figura, é possível verificar que o estudante esboçou exemplos e descreveu corretamente cada uma das células investigadas (galvânica e eletrolítica).

- Alguns depoimentos de estudantes sobre a diferenciação das células eletrolíticas e galvânicas podem ser considerados válidos, como por exemplo: “Eletrolítica: há transformação de energia e precisa de uma fonte” e “Galvânica: não precisa de energia externa” (Barreto, Batista e Cruz, 2017, p. 57). No entanto, alguns depoimentos são considerados equivocados, por exemplo: “As células galvânicas são as que precisam de energia para funcionar, as células eletrolíticas são as que possuem energia elétrica”.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, demonstram que mais de 50% dos estudantes conseguiram entender e diferenciar as células eletroquímicas, sendo assim, acredita-se que as atividades experimentais realizadas podem ter colaborado com isto. Porém, observa-se um número relativamente alto de estudantes que apresentaram equívocos, e isso pode ter sido constatado devido ao elevado nível de complexidade e abstração do assunto estudado.

Mediante as publicações analisadas, detectou-se que propostas diferenciadas, como por exemplo a elaboração de modelos e as atividades experimentais se mostraram eficientes no sentido que auxiliaram os estudantes em uma melhor compreensão dos conteúdos, bem como na visualização de fenômenos. Verificou-se ainda, que o método *Jigsaw* apresentado em uma das publicações analisadas, contribuiu efetivamente na participação ativa dos estudantes, na aprendizagem coletiva e no desenvolvimento do espírito inquiridor.

4. Considerações finais

Constatou-se a partir da investigação realizada, que o número de publicações sobre o ensino e aprendizagem do tópico de transformações químicas não foi expressivo, pois de um total de aproximadamente 5.169 publicações apenas 82 eram referentes ao assunto investigado, correspondendo a 6,49%. Estes dados, evidenciam que há necessidade de mais pesquisas sobre o tema investigado na área de Ensino de Química, pois o assunto em questão é de fundamental importância.

No que se refere aos aspectos metodológicos, detectou-se que:

- 70% das publicações analisadas eram empíricas e grande parte delas buscava investigar os conhecimentos prévios, as dificuldades, ou então, as concepções de estudantes. Além disso, algumas publicações utilizaram diferentes metodologias de ensino, com o intuito de auxiliar os estudantes em uma melhor compreensão dos assuntos estudados.

- Todas as publicações analisadas estavam pautadas em uma abordagem qualitativa.

- Com base nos níveis de representação da matéria, constatou-se que muitas publicações apresentavam uma abordagem baseada apenas no nível macroscópico. Outras publicações faziam relação entre dois níveis e poucas publicações faziam relação entre os três níveis de representação da matéria (macroscópico, submicroscópico e representacional), que é considerado o ideal.

- A Educação Básica na etapa Ensino Médio teve maior predomínio nas publicações analisadas e o Ensino Superior apresentou um número reduzido de publicações. Desta forma,

chama-se atenção para a necessidade de desenvolvimento de mais pesquisas voltadas ao Ensino Superior, visto que o assunto em questão é fundamental para o entendimento da Química.

Quanto a base teórica, verificou-se que a maioria das publicações eram referentes a teoria sobre transformações químicas e tratavam de conteúdos específicos, como por exemplo, termoquímica, reações de oxidação-redução, cinética química, etc.

Com relação aos principais resultados das pesquisas, foram apresentadas algumas propostas diferenciadas de ensino e suas principais contribuições, visto que muitas publicações apresentavam diferentes abordagens para o ensino e aprendizagem do tópico de transformações químicas. As estratégias descritas envolviam: elaboração de modelos, atividades experimentais, aprendizagem cooperativa (método *Jigsaw*).

Referências

Barreto, B. S. J., Batista, C. H. & Cruz, M. C. P. (2017). Células eletroquímicas, cotidiano e concepções dos educandos. In: *Revista Química Nova na Escola*. v. 39, n. 1, p. 52-58.

Brasil. (2002). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEMTEC.

Costa, A. C. S., Costa, A. P. T., Oliveira, C. R., Salgueiro, L. A., Mello, N. H. S. & Nunes, R. S. (2012). A utilização de experiências químicas caseiras no ensino de química: Relacionando a teoria com a prática no cotidiano. In: *Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Costa, S. S. C. & Moreira, M. A. (1996). Resolução de problemas I: Diferenças entre novatos e especialistas. In: *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 1, n. 2, p. 176-192.

Demo, P. (2000). *Metodologia do conhecimento científico*. São Paulo: Atlas.

Fatareli, E. F., Ferreira, L. N. A., Ferreira, J. Q. & Queiroz, S. L. (2010). Método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* no ensino de cinética química. In: *Revista Química Nova na escola*. v.32, n.3, p. 161-168.

Fernandes, J. M. & Reis, I. F. (2017). Estratégia didática inclusiva a alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria para o Ensino Médio. In: *Revista Química Nova na escola*. v. 39, n. 2, p. 186-194.

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.ed. São Paulo: Atlas.

Guimarães, C. C. & Dorn, R. C. (2015). Efeito estufa usando material alternativo. In: *Revista Química Nova na Escola*. v. 37, n. 2, p. 153-157.

Johnstone, A. H. (2006). Chemical Education Research in Glasgow in perspective. In: *Revista Chemistry Educación Research and Practice*. v. 9, n.2, p. 49-63.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – Logical or psychological? In: *Revista Chemistry Education*. v.1, n.1, p.9-15.

Leão, A. B. F., Lemos, J. F. & Cavalcante, M. E. (2010). Compostagem: um tema para o estudo das transformações químicas. In: *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Lima, R. P., Santos, D. M., Jesus, F. A. & Wartha, E. J. (2012). Transformações químicas: elaboração conceitual por meio de atividades experimentais. In: *Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Megid Neto, J. (1999). *Tendência da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental*. Tese de doutorado – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

Mendes, M. P. L., Oki, M. C. M. & Pinheiro, B. C. S. (2010). Transformações dos materiais: concepções dos estudantes dos níveis médio e superior. In: *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Merçon, F. (2010). O que é uma gordura trans? In: *Revista Química Nova na Escola*. v. 32, n. 2, p- 78-83.

Miranda, A. C. G., Braibante, M. E. F. & Pazinato, M. S. (2018). Tendências do ensino e aprendizagem de forças intermoleculares a partir da análise de publicações em periódicos nacionais e internacionais. In: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 17, n.2, p. 394-419.

Mol, G. S., Silva, R. M. G. & Souza, F. N. (2013). Dificuldades e perspectivas para a pesquisa no ensino de química no Brasil. In: *Indagatio Didactica*. vol. 5.

Moreira, M. A. (2011). *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. 1ª. ed. São Paulo: Livraria da Física.

Pereira, T. I. A. (2013). *Transformações químicas: Visões e práticas de professores de Ciências*. Dissertação (Ensino de Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

Reis, R. C. & Lopes, J. G. S. (2010). Transformação Química: Analisando o conteúdo abordado nos livros didáticos do ensino fundamental do 6º ao 9º ano. In: *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Santana, S. O., Rezende, M. A. A. & Andrade, D. (2010). Experimentação: uma estratégia de ensino para negociar significados. In: *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Sartori, E. R., Batista, E. F. & Filho, O. F. (2008). Escurecimento e limpeza de objetos de prata - um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. In: *Revista Química Nova*. n. 30, p- 61-65.

Sartori, E. R., Santos, V. B., Trench, A. B. & Filho, O. F. (2013). Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo. In: *Revista Química Nova na Escola*. vol. 35, n. 2, p. 107-111.

Silva, A. A. R., Jesus, A. M. S., Jesus, M. A., Costa, A. R. C. & Vasconcelos, N. S. L. S. (2016). O Construtivismo como prática de ensino nas aulas de Ciências na zona rural de São Luís - MA: a transformação de energia na construção de pilhas alternativas. In: *Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Silva, A. N. & Pataca, E. M. (2018). O ensino de equilíbrio químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a primeira guerra mundial. In: *Revista Química Nova na Escola*. v. 40, n. 1, p. 33-43.

Silva, E. E., Zuin, V. G. & Marques, C. M. P. (2010). O meio ambiente como contexto para o ensino das transformações químicas para alunos da ETEC Prof. Alcídio S. Prado (Orlândia-SP). In: *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Silva, E. L., Souza, F. L. & Marcondes, M. E. R. (2008). “Transformações químicas” e “Transformações naturais”: um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio. In: *Revista Educación Química*. vol. 19, nº 2.

Souza, A. N., Moreira, B. C. T. & Santos, W, C. (2010). Explorando a geração e propriedades dos gases O₂ e CO₂ para abordagem de conceitos químicos. In: *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Souza, V. C. A. & Justi, R. (2008). Discutindo a energia envolvida nas transformações químicas através de uma nova proposta de ensino utilizando a modelagem. In: *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ângela Renata Kraisig – 50%

Mara Elisa Fortes Braibante – 50%