

Termoquímica em Quadrinhos: Uma Ferramenta Didática para o Ensino de Conceitos Químicos no Ensino Médio

Thermochemistry in Comic Books: A Didactic Tool for Teaching Chemical Concepts in High School

Thiago A. V. Garcia,^a Tania D. M. Salgado^{b,*} 

^a Colégio Estadual Tereza Francescutti, 27^a CRE, Bairro Mathias Velho, CEP 92330-001, Canoas-RS, Brasil

^b Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Campus do Vale, CEP 91501-970, Porto Alegre-RS, Brasil.

Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI)

*E-mail: tania.salgado@ufrgs.br

Recebido: 28 de Março de 2021

Aceito: 28 de Março de 2021

Publicado online: 24 de Maio de 2021

Students can learn not only in school, but also in their daily life. Some terms, like heat, have different meanings in daily life and in the scientific context. When teaching, we should show this difference, but also work with both meanings simultaneously. We elaborated a comic book to teach introductory thermochemical concepts. Here we show its use in the classroom and how it can help high school students understand these concepts. In this qualitative research, specifically a case study, the comic book was used in a second-year public Brazilian high school class. We applied an introductory questionnaire to identify what the students previously knew about thermochemistry. After that, the students read the comic book and we did the experiments proposed in it. Then, the students evaluated the comic book and answered a questionnaire about the studied topics. We observed that the students had not previously used comic books in class and most of them considered that the language of comic books helped them understand the concepts. We conclude that using comic books contributed to the students' understanding of thermochemistry concepts.

Keywords: Comic books; high school; chemistry; thermochemistry teaching

1. Introdução

Para a maior parte dos estudantes é difícil entender que a Química está no seu cotidiano e é difícil fazê-los adquirirem interesse não só pela Química, mas pelos estudos de maneira ampla. Algumas vezes se pode atribuir o resultado dessas pesquisas à maneira pela qual esses conteúdos estão sendo ensinados em sala de aula.¹ Os conceitos básicos de termoquímica ensinados no nível médio fazem parte no cotidiano dos estudantes, mas geralmente são ensinados sem levar em consideração as diferenças de significados que existem entre os contextos nos quais são usados. Ensinar os conceitos científicos a partir dos conceitos previamente estabelecidos deve fazer com que o significado científico predomine.² Em determinadas situações, esses conceitos podem entrar em conflito, como por exemplo, quando se comparam as definições de calor, que na ciência está associado à diferença de temperatura entre os corpos e no cotidiano está relacionado com temperaturas elevadas. Ou serem congruentes, caso em que os conceitos científicos e cotidianos se integram em um todo maior. Assim, os estudantes devem notar que os conceitos cotidianos e científicos podem estar corretos, dependendo apenas do contexto em que são usados.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC),³ a Competência Específica 1 da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) trata das interações entre matéria e energia. Entre as habilidades previstas, estão aquelas relacionadas com as variáveis termodinâmicas (EM13CNT102). A Química pode contribuir no desenvolvimento dessa habilidade por meio da exploração de experimentos, como a criação de um calorímetro para a investigação da quantidade de calor liberado ou absorvido durante a ocorrência de reações químicas, favorecendo a análise de transformações endo e exotérmicas, entalpia de combustão e eficiência energética. Para isso, é preciso que o estudante compreenda muito bem os conceitos fundamentais de termoquímica.

Adicionalmente, a BNCC³ prevê que, ao longo da Educação Básica, as aprendizagens devem ocorrer de forma a assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez Competências Gerais, "que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento". A Competência Geral 4 remete à utilização de diferentes linguagens – verbal, corporal, visual, sonora e digital –, bem como ao conhecimento das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é elaborar uma história em quadrinhos (HQ) para ensinar os conceitos fundamentais de termoquímica. Esta HQ constitui o Produto Educacional do Mestrado Profissional do primeiro autor deste artigo. Esta pesquisa pretende avaliar de forma qualitativa como a HQ pode contribuir para a compreensão desses conceitos por um grupo de estudantes do ensino médio. Dessa forma, a pergunta que norteia esta pesquisa é: Como uma HQ que utilize o contexto do cotidiano dos estudantes para ensinar os conceitos básicos de termoquímica pode contribuir para a compreensão desses conceitos por parte dos estudantes?

2. Referencial

2.1. História dos quadrinhos no ensino de ciências

Ocupando inicialmente as páginas de domingo dos jornais norte-americanos com quadrinhos cômicos, algumas sátiras e desenhos caricaturados, em poucos anos os quadrinhos começaram a estar nas páginas diárias dos jornais. Nesse momento, o objetivo dos quadrinhos não era mais simplesmente contar histórias cômicas, elas passaram a ser histórias sobre famílias, animais antropomorfizados e protagonistas femininas, mas permanecendo os traços cômicos.⁴ Já na segunda década do século XX, os quadrinhos se diversificaram, passaram a ser mais naturalistas e com isso ampliaram seus leitores. Passaram a ser impressos no formato de pequenos livros, que ficaram conhecidos na Europa e nos Estados Unidos como “comic books” e no Brasil como “gibis”. A DC Comics publicava quadrinhos de Super-heróis já antes da segunda guerra mundial, mas a intensidade da aparição desses Super-heróis no período da guerra tinha como objetivo estimular os jovens estadunidenses a se alistarem. Esse fenômeno pode ser percebido com o sucesso das HQs do Capitão América, por exemplo. Tudo isso contribuiu para consolidar as vendas em massa dessas revistas.⁴

Depois da segunda guerra mundial, no período chamado de guerra fria, houve uma diminuição da popularidade dos quadrinhos, sob o argumento de que seriam uma ameaça aos jovens, o que ampliou a barreira para sua leitura e utilização na educação. Mesmo nos dias atuais, algumas crianças são proibidas de ler quadrinhos pelos seus pais, por acreditarem que podem prejudicar o desenvolvimento cognitivo dos jovens.⁴

No final do século XX, com o avanço da tecnologia da informação, os quadrinhos passaram a ser vistos de uma forma menos prejudicial aos seus leitores, passando a ser tratados como uma forma de transmissão de conhecimento e lentamente foram ganhando espaço na sala de aula.⁴ A partir da década de 1970, em alguns países da Europa, houve as primeiras tentativas de usar as HQs em sala de aula, com objetivo lúdico, como ferramenta pedagógica para tornar as aulas mais agradáveis aos estudantes.⁴ Elas pouco a pouco foram sendo incorporadas, inclusive nos livros didáticos.

O uso dos quadrinhos só foi oficializado na educação brasileira no final dos anos 1990, quando os Parâmetros Curriculares Nacionais⁵ reconheceram os quadrinhos como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes dos ensinos fundamental e médio. A BNCC,³ por sua vez, fomenta a utilização de diferentes linguagens (oral, escrita, visual), o que inclui os quadrinhos, indicando que o uso de HQs na sala de aula pode ser uma ferramenta para desenvolver a Competência Geral 4 e para tornar as aulas mais prazerosas.⁶

Como se vê, as HQs podem ter várias formas de utilização, sendo uma ferramenta reconhecida pelas instâncias oficiais da educação brasileira como pertinentes ao processo de ensino e aprendizagem. Portanto, os quadrinhos podem ser usados no ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e, mais especificamente, nas aulas de Química.

2.2. Aprendizagem sócio-histórica e cultural

Nesta seção relaciona-se a HQ elaborada com a teoria sócio-histórica e cultural de Vygotsky. Terezito, o personagem principal da HQ, convive entre dois mundos paralelos e simultâneos, empregando a linguagem do cotidiano e a da ciência em ambientes diferentes.

Vygotsky⁷ explicou como os processos elementares se transformam em processos complexos, propondo que essa transformação estava diretamente ligada às formas culturais do comportamento, ou simplesmente ao contexto social. Pode-se dizer que Vygotsky ampliou o entendimento da interação homem-ambiente, que ocorria através de instrumentos, para o uso de signos (escrita, linguagem e sistema numérico). Esses signos são interiorizados com o desenvolvimento cognitivo, que é explicado pela teoria sociointeracionista, a qual define a aprendizagem como uma atividade conjunta com relações colaborativas, sendo o professor protagonista do elo entre estudante e conhecimento. A mediação desses signos ocorre através dos símbolos sociais, ou seja, atribui-se à fala uma representação gráfica e vice-versa. Para cada signo é atribuído um símbolo social, podendo variar de acordo com o contexto que é utilizado. Essas variações de objetos, nomes e suas relações formam o conhecimento social.⁷

Vygotsky⁷ explica o processo de aprendizagem através do conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que é a distância entre o conhecimento real (aquilo que o aprendiz já sabe) e o conhecimento potencial (o que é capaz de aprender). O conhecimento potencial pode se tornar real, dependendo do meio no qual o indivíduo está inserido. Assim, os símbolos aprendidos no contexto A podem ter significados diferentes dos mesmos símbolos aprendidos no contexto B.

Segundo Vygotsky, em uma de suas concepções,⁸ a relação da aprendizagem dos conceitos científicos com os do cotidiano é que eles não devem ser desenvolvidos separadamente. Em outras palavras, o desenvolvimento de seus significados está conectado e não devem ser tratados de

maneira isolada. Essa concepção vai servir como referência na aprendizagem dos conceitos científicos:

“Nos conceitos científicos que a criança adquire na escola, a relação com um objeto é mediada, desde o início, por algum outro conceito. Assim, a própria noção de conceito científico implica certa posição em relação a outros conceitos. É nossa tese que os rudimentos de sistematização primeiro entram na mente da criança, por meio do seu contato com os conceitos científicos, e são depois transferidos para os conceitos cotidianos, mudando a sua estrutura psicológica de cima para baixo.”⁸

A aprendizagem dos conceitos de temperatura e calor, por exemplo, passa a assumir um papel em primeiro plano na estrutura psicológica, embora tais conceitos tenham sido construídos depois de seus respectivos conceitos cotidianos. Com isso, os estudantes passam a ter o entendimento de que temperatura e calor não são iguais, mas que o calor depende da diferença de temperatura entre os corpos. E assim eles poderão incorporar essa definição em sua estrutura psicológica.

Para Vygotsky,⁸ a familiaridade dos conceitos cotidianos apresenta uma vantagem em relação aos científicos. A HQ, de uma maneira ampla, pode ser considerada como um instrumento adequado quando se pensa em relacionar os conceitos em seus diferentes significados:

“Para estudar a relação entre o desenvolvimento dos conceitos científicos e dos conceitos cotidianos, precisamos de um parâmetro para compará-los. Para elaborar um instrumento de medição, temos que conhecer as características típicas dos conceitos cotidianos na idade escolar, assim como a direção do seu desenvolvimento durante esse período.”⁸

Dessa forma, considera-se que, ao elaborar e utilizar uma HQ no ensino de conceitos básicos de termoquímica, está se contemplando os pressupostos apontados por Vygotsky no que se refere à relação entre conceitos científicos e conceitos cotidianos.

2.3. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM)

Segundo Mayer,⁹ o efeito multimídia se refere à apresentação do material didático usando palavras e imagens simultaneamente. A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) baseia-se na premissa de que os estudantes podem entender melhor uma explicação quando é apresentada em palavras e imagens do que quando é apresentada apenas em palavras. Santos¹⁰ relaciona a TCAM com as HQs, pois apresentam simultaneamente palavras e imagens:

“Como nos quadrinhos imagens e palavras estão em comum acordo e o leitor gera, de forma inconsciente, a sonorização das falas dos personagens e do ambiente

envolvido na trama da história, é possível que tais pressupostos (...) sejam capazes de atribuir aos leitores de quadrinhos uma maneira favorável de aprendizado efetivo, de acordo com o processamento de informação envolvido explicado anteriormente na transformação para conhecimento.”¹⁰

A TCAM baseia-se em três premissas: o *canal duplo*, onde se considera que o ser humano possui processamento de informações separadas, o visual e o verbal; a *capacidade limitada para processar as informações*, que se refere à limitação individual de cada canal durante o processamento de informações; e o *processamento ativo*, que armazena as informações principais em ambos canais, desprezando as irrelevantes.¹⁰ A aprendizagem multimídia se dá a partir de imagens e palavras simultaneamente, como ocorre quando se utilizam HQs. A nova informação passa para a memória sensorial através da audição e da visão, sendo filtrada pelo canal duplo (visual e verbal) e chega na memória de trabalho (curto prazo), que integra a informação nos modelos verbais e pictoriais. Finalmente, ocorre a integração dessa informação aos conhecimentos prévios. Assim é formada a memória de longo prazo, a qual influencia na tomada de decisões e afeta as percepções.¹¹

Segundo Santos,¹⁰ para que o processo cognitivo seja eficiente, a elaboração de uma HQ deve seguir os doze princípios da TCAM propostos por Mayer,⁹ que estão baseados em três diferentes tipos de carga cognitiva dos seres humanos: reduzir o processamento estranho, gerenciar o processo essencial e promover o processamento generativo. A relação entre as cargas cognitivas, os princípios da TCAM e os quadrinhos é mostrada no Quadro 1.

A TCAM diz que o aprendiz tem maior efetividade no processamento das informações quando essas são apresentadas por intermédio de palavras e imagens, do que somente com a utilização de uma ou de outra separadamente.¹⁰ Assim, os quadrinhos, por possuírem essas características, podem contribuir positivamente na aprendizagem.

2.4. Experimentação no ensino de Química

Os experimentos contidos na HQ foram introduzidos com o objetivo de complementar a intervenção pedagógica, pois se entende que a parte experimental pode colaborar na compreensão dos conceitos termoquímicos apresentados. Além disso, os experimentos permitem um diálogo mais objetivo entre professor e estudante e entre estudante e estudante:

“...parece-nos que uma característica importante em uma atividade experimental é o exercício de explicitação do conhecimento de cada um dos participantes, seja pela previsão, justificativa, explanação do professor sobre como os alunos desenvolvem determinada ação, de forma a possibilitar que as diferentes teorias pessoais possam ser de análise e discussão crítica em aula.”¹²

Quadro 1. Os doze princípios multimídia de acordo com suas cargas cognitivas e suas aplicações nos quadrinhos¹⁰

Tipos de Carga Cognitiva	Princípio	Comentário	Aplicação em HQs para o ensino
Reduzir o Processamento Estranho	Coerência	Qualquer conteúdo ou informação que for apresentada deve ser clara, coerente e objetiva. Por isso deve ser eliminada qualquer imagem, palavra ou som do material que seja irrelevante ou estranho ao aprendiz.	Texto e imagem se autocomplementam
	Sinalização	As pessoas aprendem melhor quando são adicionados sinais/pistas que envolvam o destaque de palavras e imagens que sejam essenciais para o aprendizado. Muito útil quando o indivíduo possui pouca habilidade de leitura.	Cada quadrinho obriga o leitor a ler o próximo
	Redundância	As pessoas aprendem melhor quando uma animação possui somente a imagem + narrativa, do que uma animação que possui imagem + narrativa + texto.	Este é um princípio direcionado exclusivamente para uma animação. Não se aplica aos quadrinhos
	Contiguidade Espacial	As pessoas aprendem melhor quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas próximas uma da outra, ou seja, na mesma página (impressa ou digital). Caso contrário, haverá custo de recursos cognitivos e diminuição no aprendizado.	Os variados tipos de balões, linhas cinéticas e recordatórios se encontram diretamente ligados com os personagens no mesmo quadro
	Contiguidade Temporal	As pessoas aprendem melhor quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas simultaneamente, em vez de sucessivamente. Dessa maneira é mais provável a construção de conexões mentais entre representações verbais e visuais no momento da leitura.	Textos e imagens são apresentados simultaneamente no mesmo quadro
	Segmentação	As pessoas aprendem melhor quando um determinado conteúdo é fragmentado numa sequência coerente para facilitar o aprendizado, e não de uma única vez. Quanto mais divisões possuir o material com o conteúdo a ser aprendido, maior o controle do ritmo do aprendiz em passar para a outra parte.	A natureza dos quadrinhos já é fragmentada
Gerenciar o Processo Essencial	Pré-formação	As pessoas aprendem melhor quando já conhecem os nomes e as características dos principais conceitos existentes no material; caso contrário, é necessário haver uma pré-formação no vocabulário que será utilizado pelo estudante antes da leitura.	Os conceitos e termos existentes nas HQs estão geralmente ancorados na imagem, facilitando sua interpretação
	Modalidade	As pessoas aprendem melhor quando a animação é formada pela imagem e narração, do que quando formada pela imagem e texto.	Este é um princípio direcionado exclusivamente para uma animação. Não se aplica aos quadrinhos
	Multimídia	É a base da teoria de Mayer (2009). A utilização de palavras e imagens de forma única favorece muito mais o aprendizado, proporcionando muito mais conexões cognitivas do que a utilização somente de palavras.	É inerente aos quadrinhos
Promover o Processamento Generativo	Personalização	As pessoas aprendem melhor quando o material utilizado apresenta palavras no estilo coloquial, como se fosse uma conversa entre pessoas, do que no estilo formal.	A informalidade das HQs, em muitos casos, promove uma conversa interna com o leitor
	Voz	As pessoas aprendem melhor quando as palavras são faladas por voz humana do que por uma voz robotizada. Isto é necessário para ambientar o indivíduo numa comunicação sociável.	O leitor de quadrinhos pode fazer qualquer tipo de voz mental para cada um dos personagens e do narrador
	Imagem	Numa animação, as pessoas aprendem melhor quando a imagem do orador é adicionada à tela.	É inerente aos quadrinhos, não sendo uma exclusividade da animação

Segundo Giordan,¹³ os experimentos podem ter fundamentalmente duas finalidades, a investigativa e a ilustrativa. Os experimentos realizados antes da explicação teórica são chamados de investigativos, pois objetivam coletar informações para promover uma explicação do fenômeno. Já os experimentos introduzidos na HQ elaborada são ilustrativos, uma vez que a proposta é de que sejam realizados no laboratório, depois da explicação inicial dos conceitos.

3. Metodologia

Esta pesquisa é qualitativa, pois atende às suas características gerais, de acordo com Moreira.¹⁴ É

interpretativa, pois centralizou-se na interpretação qualitativa das respostas dos estudantes a questionários. Mesmo que se tenham utilizado valores numéricos, sua análise foi feita qualitativamente, em busca do seu significado, e não estatisticamente. É *participativa*, pois o pesquisador ficou imerso no fenômeno de interesse. O pesquisador era o professor regular de Química da turma, por isso os dados foram coletados em seu ambiente natural, que é a escola onde exerce a docência. É *naturalista*, pois ocorreu no ambiente natural de trabalho, uma escola pública na cidade de Canoas, RS, e dela participaram duas turmas do segundo ano do ensino médio do turno da noite, totalizando 49 estudantes participantes, com idades de 16 a 23 anos. É *fenomenológica*, pois teve como foco a forma subjetiva das ações dos sujeitos, seu mundo, sua vida

cotidiana e a relação social. No primeiro momento desta pesquisa os estudantes responderam a um questionário, com o qual se pretendia identificar suas concepções sobre os conceitos termoquímicos que tinham a partir de suas vivências do cotidiano. É *interacionista simbólica*, pois se assume que a interação do homem é social e não autônoma, e sua percepção da realidade vem da interação entre indivíduos. Foi observado, na comparação das respostas dos questionários inicial e final, que, para as mesmas perguntas, as respostas dos estudantes foram diferentes, devido à percepção individual da realidade e à interação dos estudantes com o professor e os demais estudantes.

A pesquisa tem, ainda, uma abordagem metodológica de estudo de caso, por ter sido desenvolvida em um ambiente bem delimitado, a escola pública em que o pesquisador é também professor, em um único procedimento, o da intervenção pedagógica aqui estudada, e a interpretação dos resultados foi feita levando-se em conta o contexto, pois se buscou compreender principalmente como e porque se obtiveram tais resultados.¹⁵

Como instrumentos de coleta de dados, foram utilizados questionários, aplicados antes e depois da realização da atividade didática com a HQ, e o Diário de Campo do pesquisador, onde a cada aula foram feitas anotações sobre o andamento das atividades e sobre as reações dos estudantes à proposta didática aplicada.

3.1. Elaboração da HQ

Inicialmente foi escolhido um nome para o personagem principal dos quadrinhos: “Terezito”. Esse nome é atribuído aos estudantes da escola onde a pesquisa foi realizada. Depois decidiu-se o cenário da HQ, ela ocorreria na escola, na forma de diálogos entre professor e estudantes, tendo como personagem principal Terezito, um estudante que, pelo baixo rendimento em Química no primeiro trimestre, teve que recuperar sua nota no segundo. Os outros personagens são: Terezinha, mãe do Terezito, o professor Chicão e mais dois estudantes, Luaninha e Pedrinho. Para manter a

originalidade dos personagens, optou-se por contar com a colaboração de um quadrinista para criar os cenários e os personagens. A elaboração do roteiro ocorreu de janeiro a maio de 2019. Entre maio e agosto, foram criados o cenário e as personagens. A impressão da HQ na gráfica ocorreu na primeira semana de setembro de 2019 e a estratégia foi aplicada ainda no mês de setembro do mesmo ano.

3.2. Aplicação em sala de aula

A estratégia didática foi dividida em seis aulas, conforme o cronograma do Quadro 2.

Antes de utilizar a HQ, aplicou-se o questionário inicial, de respostas abertas, respondido individualmente, para identificar o conhecimento prévio dos estudantes. A seguir, cada estudante recebeu um exemplar da revista em quadrinhos, e foi feita a leitura individual. Durante essa leitura, alguns estudantes já fizeram comentários sobre suas respectivas respostas no questionário, como, “*nossa como eu não coloquei isso no questionário?*”, ou “*eu sabia que era essa a resposta*”. Depois da discussão de suas respostas, realizou-se a leitura da HQ em grupo, com o objetivo de fomentar a discussão de seu conteúdo entre os estudantes e de esclarecer dúvidas que pudessem surgir ao longo da nova leitura.

Na segunda aula, foi abordado o conceito termodinâmico de energia. A maior parte da turma desconhecia o significado científico de energia. Houve muitos questionamentos em relação ao uso cotidiano desta palavra. Foram apresentadas as duas unidades de energia mais usadas (Joule e calorias), a conversão entre elas e o significado do “k” (grafado em minúsculo) na frente de “cal” nos rótulos dos alimentos. Foram ainda explicados os significados termodinâmicos de calor e de temperatura.

Na aula seguinte, os estudantes foram para o laboratório, onde seriam realizados os experimentos 1 e 2 propostos na própria HQ. Todos os estudantes fizeram o experimento 1, que tinha o objetivo de mostrar que nem sempre a sensação de quente e frio é correspondente com a temperatura real de um objeto. O experimento 2, que visava calcular a quantidade de calor e relacionar com a diferença de temperatura em duas

Quadro 2. Cronograma de aplicação da estratégia didática

Aula	Duração da aula	Conceito termoquímico abordado	Planejamento
Aula 1	80 min		<ul style="list-style-type: none"> • Responder questionário inicial; • Leitura individual da HQ; • Leitura da HQ em grupo.
Aula 2	80 min	<ul style="list-style-type: none"> • Energia • Calor e temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva-dialogada sobre energia, suas unidades e conversões; • Aula expositiva dialogada sobre temperatura e calor.
Aula 3	80 min	<ul style="list-style-type: none"> • Calor específico e dois experimentos para diferenciar calor de temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização dos experimentos 1 e 2.
Aula 4	80 min	<ul style="list-style-type: none"> • Calor sensível e latente 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização do experimento 3.
Aula 5	80 min	<ul style="list-style-type: none"> • Processos endotérmicos e exotérmicos • Definição de sistema, vizinhança e universo 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização do experimento 4.
Aula 6	80 min	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação 	<ul style="list-style-type: none"> • Preenchimento do questionário de avaliação da HQ; • Preenchimento do questionário de avaliação da compreensão dos conceitos de termoquímica.

misturas, foi realizado demonstrativamente pelo professor, tendo os estudantes realizado os cálculos correspondentes.

No experimento 3, para diferenciar calor sensível de calor latente, bem como enfatizar que transferência de calor só ocorre com diferença de temperatura, o professor preparou o banho-maria e os estudantes, observando o experimento, fizeram muitas perguntas referentes ao fato de a água do tubo de ensaio não entrar em ebulição. Por fim, foi realizado o experimento 4, cujo objetivo era o de que os estudantes identificassem, experimentalmente, a diferença entre um processo endotérmico e um processo exotérmico, por meio do preparo de duas soluções aquosas: a de sulfato de potássio, na qual ocorreu um processo endotérmico, e a de hidróxido de sódio, na qual ocorreu um processo exotérmico. Por fim, foram trabalhados os conceitos termodinâmicos de sistema, vizinhança e universo.

A última aula foi destinada ao preenchimento de um questionário de avaliação da HQ e de um questionário de avaliação da compreensão dos conceitos de termoquímica desenvolvidos em aula.

4. Resultados e Discussão

O Produto Educacional do Mestrado Profissional do primeiro autor deste artigo, a HQ intitulada “Terezito – entre o cotidiano e a ciência”, encontra-se disponível na Plataforma EduCAPES: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/583954>. A discussão dos resultados de sua aplicação em sala de aula foi baseada na análise do Diário de Campo do pesquisador e das respostas dos estudantes aos três questionários.

4.1. Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes

As respostas dos estudantes para a primeira questão do questionário inicial, “O que é energia?”, encontram-se na Figura 1.

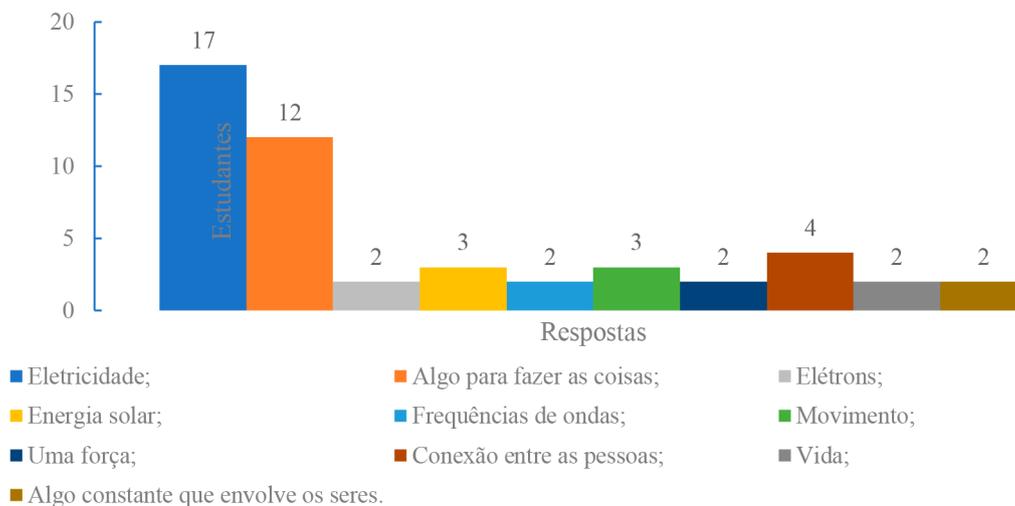


Figura 1. Respostas da questão 1 (Questionário inicial)

Observa-se uma grande dispersão das concepções prévias, pois os estudantes definiram energia de dez formas diferentes. Isso era, até certo ponto, esperado, pois conforme Jacques e Alves Filho,¹⁶ energia é um dos conceitos amplamente usados não apenas no cotidiano, mas em outras disciplinas do ensino fundamental e médio. De fato, as respostas mencionaram fatos do cotidiano, como “*algo para fazer as coisas*”, mas também relacionaram com conceitos vistos em outras disciplinas, como “*movimento*”, “*eletricidade*” e “*frequência de ondas*”.

A segunda pergunta do questionário inicial foi: “Escreva o que você entende por temperatura”. As respostas dos estudantes a esta questão aberta encontram-se no gráfico da Figura 2.

As concepções prévias de temperatura também se mostraram dispersas. Isso pode estar relacionado às condições climáticas, pois em dias quentes a temperatura é maior do que nos dias frios, ou seja, na concepção dos estudantes, a temperatura está ligada ao que se lê nos termômetros.¹⁷

O gráfico da Figura 3 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão 3: “Escreva o que você entende por calor”. Nota-se que, quando os estudantes foram perguntados sobre temperatura, a maior parte deles não relacionou diretamente com calor, mas quando se trata de calor, a maioria respondeu que está diretamente relacionado a temperaturas altas, resultado similar ao apresentado por Mortimer e Amaral.¹⁸

Para a pergunta: “Qual a relação entre temperatura e calor?” 28 estudantes confirmaram os resultados de Mortimer e Amaral¹⁸ de que os estudantes em geral pensam que, “*quanto maior a temperatura, maior o calor*”. Dois estudantes afirmaram que “*calor é uma temperatura*”, dois que “*um depende do outro*” e sete responderam apenas “*quente*”. Essas respostas mostram que a relação entre calor e temperatura está muito enraizada no cotidiano deles, o que indica a necessidade de enfatizar essa relação no contexto da ciência, como sugere Vygotsky,⁸ para que o conceito científico passe a ter maior relevância na estrutura cognitiva do estudante do que o conceito cotidiano.

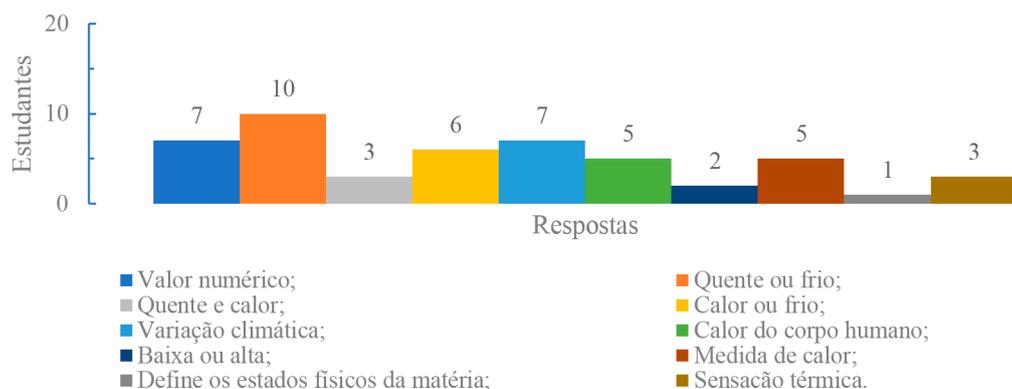


Figura 2. Respostas da questão 2 (Questionário inicial)

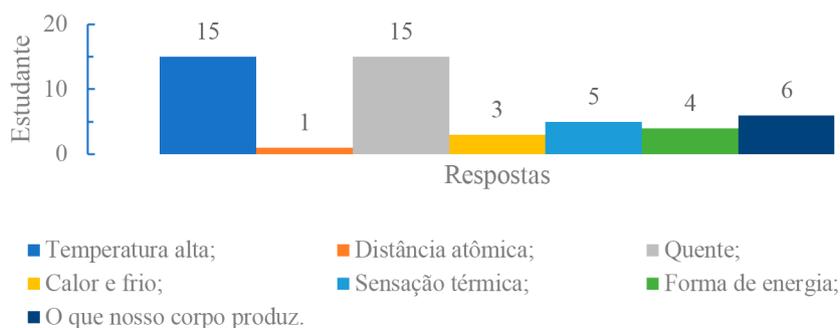


Figura 3. Respostas da questão 3 (Questionário inicial)

Para a pergunta: “O que é sistema?”, 18 estudantes entenderam sistema como organização. Esse termo não é muito abordado no nível médio e apenas um estudante respondeu como “*algo que podemos pesquisar e saber melhor*”, ou seja, dentro do contexto da ciência. Entre as outras respostas, predominou a noção de conjunto, com 8 ocorrências. Seis estudantes citaram “*sistema solar*”, outro conceito do campo científico, mas não relacionado à termoquímica. E outros seis, “*várias coisas*”, resposta genérica que mostra a falta de conhecimento do significado do termo no contexto científico.

Já as respostas para a pergunta: “O que você entende por vizinhança?” apresentaram grande convergência, pois 44 dos 49 estudantes atribuíram o significado cotidiano de “*vizinhos de residência*”, enquanto as outras cinco respostas também se relacionaram à ideia de união ou apoio coletivo. Este termo, assim como sistema, não é muito explorado nas aulas, explicando dessa forma o alto índice de respostas referentes ao contexto do cotidiano.

Para a pergunta: “Qual o significado da palavra universo?”, foram obtidas sete respostas diferentes, sendo que apenas um estudante respondeu “*toda a matéria e energia existente*”, que tem algum sentido no contexto científico. Todas as demais respostas expressaram ideias do contexto cotidiano dos estudantes, indicando que o conceito de universo não costuma ser trabalhado nas aulas.

O resultado do questionário inicial mostrou claramente a necessidade de se trabalhar de acordo com os pressupostos de Vygotsky, para que os estudantes possam ter contato

com os conceitos científicos e depois transferi-los para o contexto do cotidiano, de modo a lidar com os conceitos científicos em paralelo com os cotidianos, mudando-os em sua estrutura psicológica.

4.2. Análise da aplicação da HQ na sala de aula

Nesta seção serão discutidos os aspectos observados pelo pesquisador durante a aplicação da HQ em sala de aula, com base nas anotações feitas no Diário de Campo. No primeiro experimento sugerido pelos quadrinhos, adaptado de Mortimer e Amaral,¹⁸ foram utilizadas as percepções de quente e frio a partir do tato. Essa atividade teve como objetivo entender a diferença que existe entre as percepções de quente/frio e temperatura. Observou-se que os estudantes, ao mergulharem as mãos nos recipientes com água à temperatura ambiente, imediatamente após retirá-las dos frascos a 5 °C e 40 °C, disseram que a temperatura da água era diferente nos recipientes, “*com certeza eles estão em temperaturas diferentes*”, embora ambas estivessem na mesma temperatura. No final do experimento os estudantes compreenderam que nem sempre a percepção do tato corresponde à da temperatura registrada nos termômetros.

O segundo experimento proposto na HQ, também adaptado de Mortimer e Amaral,¹⁸ relacionava o calor com a diferença de temperatura. Inicialmente perguntou-se aos estudantes: “Em qual das misturas houve a maior quantidade de calor envolvido?”. Os estudantes responderam: “*ah professor, claro que na mistura 2, pois tem uma temperatura*

maior”. Depois foi calculada a quantidade de calor em cada mistura, e os estudantes ficaram surpresos que a maior quantidade de calor foi obtida na mistura 1, realizada com ambas as porções de água em temperaturas mais baixas, contrariando o pensamento inicial deles. Assim, perceberam que a quantidade de calor é proporcional à diferença de temperatura e que não tem relação com a temperatura inicial das porções de água a serem misturadas.

Durante a realização do experimento 3, popularmente conhecido como “banho-maria”, mostrou-se aos estudantes que a temperatura da água dentro do béquer aumentava gradativamente à medida em que recebia energia da fonte de calor, definindo-se calor sensível. Ao marcar 100 °C no termômetro, a água do béquer começou a entrar em ebulição e a temperatura não variou mais, definindo-se calor de vaporização ou calor latente.¹⁸ Mostrou-se aos estudantes que a água dentro do tubo de ensaio não entrava em ebulição, por não haver transferência de energia na forma de calor entre a água do béquer e a do tubo de ensaio, pois sem diferença de temperatura não há transferência de calor.¹⁸ Ao término do experimento os estudantes se expressavam corretamente: “quando tem diferença de temperatura é sensível e quando não há é latente”.

No experimento 4, em que prepararam as soluções, os estudantes demonstraram compreender que os processos endotérmicos absorvem energia e que os exotérmicos liberam energia. Mas um estudante fez a seguinte pergunta, “se os processos endotérmicos absorvem energia, então não deveriam aumentar a temperatura?”. Foi explicado que, embora no preparo da solução de sulfato de potássio ocorra diminuição instantânea da temperatura, a energia absorvida pela vizinhança é transformada em energia potencial e não em cinética, logo a energia cinética diminui e a temperatura também.

4.3. Opinião dos estudantes sobre a HQ

Para saber a opinião dos estudantes sobre a história em quadrinhos elaborada pelo autor, utilizou-se um questionário

em escala do tipo Likert. As afirmativas e respectivas respostas estão na Tabela 1.

A Tabela 1 mostra que a maioria dos estudantes estava familiarizada com a linguagem das HQs e gosta de lê-las, pois na pergunta “Gosto de ler HQs” a soma de CP com CT representa 76% dos estudantes. Para “Já usei HQs em outra(s) aula(s)”, 39% dos estudantes disseram que não haviam usado ainda, sendo exatamente a mesma percentagem dos que já haviam utilizado, pois a soma de CP com CT para esta pergunta também resulta em 39%. Ou seja, essa estratégia foi uma novidade para boa parte dos estudantes pesquisados. Nas respostas da pergunta “Gostei de utilizar HQ nas aulas de Química”, 70% dos estudantes sinalizaram que gostaram desse método, o que está de acordo com suas respostas à questão “Gosto de ler HQs”.

Quando perguntados se “Os personagens da HQ eram interessantes”, 70% dos estudantes concordaram, de modo que a escolha realista no formato dos personagens parece ter sido adequada. Os estudantes disseram que gostaram dos nomes dados aos personagens, pois na pergunta “Os nomes dos personagens estavam atrativos”, a soma de CP com CT representou 68%. Nas questões: “O cenário da HQ estava de acordo com a realidade escolar” e “Gostei das cores usadas na HQ”, a soma de CP com CT, em cada uma delas, foi de 80%, isto é, tanto as cores quanto o cenário escolar propostos na HQ se mostraram adequados. Esses resultados corroboram os de Rodrigues e Quadros,¹⁹ que também identificaram a afinidade dos personagens e do ambiente escolar como uma contribuição para o engajamento dos estudantes na discussão de conceitos científicos.

O resultado da soma de CT com CP foi de 87% das respostas à pergunta “O uso da HQ facilitou o meu entendimento dos conteúdos de termoquímica”, mostrando que o uso de imagens e texto ao mesmo tempo parece ter colaborado para a compreensão desses conceitos. Quando perguntados se “Os conceitos termoquímicos abordados foram relevantes”, 92% dos estudantes responderam que sim, pois os conceitos estudados, como calor, temperatura, sistema, vizinhança e universo fazem parte do seu

Tabela 1. Opinião dos estudantes sobre a HQ elaborada

Afirmações	DT*	DP*	I*	CP*	CT*
Gosto de ler HQs	6%	4%	13%	40%	36%
Já usei HQs em outra(s) aula(s)	39%	7%	15%	24%	15%
Gostei de utilizar HQ nas aulas de Química	2%	4%	9%	15%	70%
Os personagens da HQ eram interessantes	0%	4%	26%	23%	47%
Os nomes dos personagens estavam atrativos	4%	13%	15%	28%	40%
O cenário da HQ estava de acordo com a realidade escolar	4%	4%	11%	16%	64%
Gostei das cores usadas na HQ	0%	2%	17%	26%	54%
O uso da HQ facilitou meu entendimento dos conteúdos de termoquímica	2%	2%	9%	29%	58%
Os conceitos termoquímicos abordados foram relevantes	0%	0%	9%	30%	62%
A linguagem utilizada facilitou meu entendimento	4%	2%	11%	22%	61%

*DT-discordo totalmente, DP-discordo parcialmente, I-indiferente, CP-concordo parcialmente, CT-concordo totalmente

cotidiano. E na pergunta “A linguagem utilizada facilitou meu entendimento”, a soma das respostas CP com CT é de 83%, isto é, a linguagem coloquial utilizada, por estar mais próxima dos estudantes, parece ter contribuído para a compreensão dos conceitos. Estes resultados podem ser atribuídos à natureza da narrativa contida na HQ, que a aproxima da linguagem comum das interações humanas.¹⁹

Portanto, assim como Rodrigues e Quadros,¹⁹ os resultados aqui mostrados permitem afirmar que a HQ elaborada pode ser considerada um instrumento eficaz na aprendizagem. As autoras atribuem essa eficácia à possibilidade de que os próprios elementos da narrativa levem o estudante a prestar mais atenção a elementos-chave de um problema, investindo-os de valor emocional e, portanto, retendo-os de forma mais duradoura na memória.

4.4. Análise das respostas dos estudantes após a utilização da HQ

Para investigar em que medida a aplicação dos quadrinhos facilitou a compreensão dos conceitos básicos da termoquímica pelos estudantes pesquisados, foi aplicado o questionário de avaliação de compreensão dos conceitos trabalhados. As respostas dos 49 estudantes participantes são analisadas a seguir.

Para a primeira pergunta: “Explique, no contexto da ciência, o significado de energia”, 33 estudantes responderam corretamente que “É a capacidade de realizar trabalho” e 9 responderam de forma parcialmente correta “*Força ou trabalho*”. Esse grau de acertos pode estar relacionado ao uso de imagens e texto juntos, que, de acordo com Santos,¹⁰ possibilita uma melhor aprendizagem em relação ao uso de cada um desses recursos em separado.

A segunda pergunta solicitava que os estudantes relacionassem calor e temperatura. Suas respostas estão na Figura 4.

Embora 27 estudantes tenham respondido corretamente a relação entre calor e temperatura, 18 deixaram em branco ou responderam definindo-os separadamente. Além disso, dois estudantes ainda responderam que “*Maior a temperatura, maior a quantidade de calor*”, mostrando o quanto os conceitos cotidianos podem persistir, mesmo depois de se trabalhar o conceito científico.¹⁸

Para a pergunta “O que é calor sensível?”, 22 estudantes responderam “*ocorre com variação de temperatura*” e 17 estudantes escreveram “*ocorre com variação de temperatura e sem mudança de estado físico*”. Ou seja, 80% dos estudantes responderam corretamente, conforme foi explicado e também mostrado experimentalmente, que o calor sensível ocorre com variação de temperatura e sem mudança no estado físico.²⁰ Este resultado também mostra a importância da realização de um experimento didático apropriado.¹² Entretanto, cinco estudantes responderam que é o que “*se pode sentir*”, meramente repetindo o significado da própria palavra, e outros cinco responderam incorretamente, inclusive um deles afirmando o oposto, justamente a definição de calor latente, objeto da próxima pergunta.

Durante a realização do experimento 3, explicou-se, de acordo com Barros,²¹ que durante a mudança de fase, nesse caso do estado líquido para o gasoso, o calor recebido sem mudança de temperatura é chamado de latente. Analisando as respostas dos estudantes para a pergunta “O que é calor latente?”, observou-se que 16 estudantes responderam conforme explicado, “*ocorre à temperatura constante*”, e 22 disseram “*ocorre sem variação de temperatura e com mudança de estado físico*”.

A próxima pergunta pedia que os estudantes explicassem o que são processos endotérmicos. As respostas obtidas foram categorizadas e o resultado é mostrado na Figura 5.

Observa-se que 33 estudantes responderam “*são os processos que absorvem energia*”, portanto eles associaram com êxito os processos endotérmicos à absorção de energia. Porém 9 estudantes atribuíram aos processos endotérmicos uma diminuição da temperatura. Essa associação com a diminuição da temperatura pode ser devida à abordagem durante a realização do experimento 4, o qual consistia em explicar os processos endotérmicos durante a preparação de uma solução de sulfato de potássio, que ocorreu com diminuição de temperatura.

Já para a pergunta que solicitava que explicassem o que são processos exotérmicos, os resultados foram, de certa forma, semelhantes, pois 39 estudantes compreenderam o significado científico dos processos exotérmicos corretamente e responderam que são processos que ocorrem com liberação de energia na forma de calor. Ou seja, que a energia sai do sistema para a vizinhança.

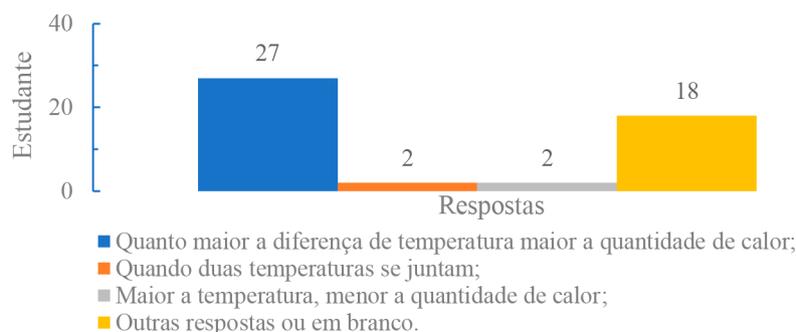


Figura 4. Respostas da questão 2 (Questionário final)

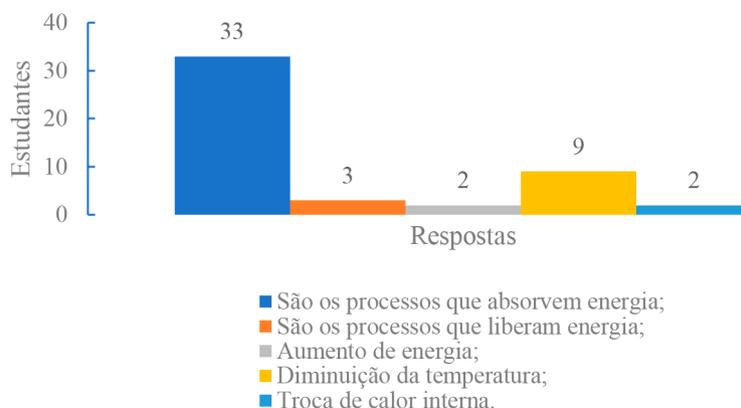


Figura 5. Respostas da questão 5 (Questionário final)

Por fim, a pergunta 7 solicitava que os estudantes relacionassem cientificamente os termos: sistema, vizinhança e universo. Obteve-se 35 respostas que estabeleceram essa relação corretamente: “*Universo é a soma do sistema com a vizinhança*”. Houve uma evolução significativa em relação ao questionário inicial, no qual os estudantes, em sua totalidade, mostraram, nas respostas às questões 5, 6 e 7, que esses termos existiam somente no seu cotidiano. Com isso pode-se dizer que os estudantes perceberam que o fluxo energético sai e entra do sistema ou da vizinhança, mas a energia é sempre conservada, quando se considera o universo.

Estes resultados nos permitem afirmar que a HQ elaborada, assim como a realização dos experimentos relativamente simples nela contidos, contribuíram para que os estudantes conseguissem fazer relações entre os conceitos estudados e o contexto de seu uso cotidiano. Como afirmam Rodrigues e Quadros,¹⁹ o contexto científico e o contexto cotidiano guardam algumas semelhanças, mas também apresentam diferenças significativas. Também concordamos com as autoras quando afirmam que é preciso bem mais que uma HQ para o entendimento do conceito científico. Nesse sentido, o papel do professor é fundamental, ao utilizar estratégias que propiciem aos estudantes a construção dos conceitos científicos e sua relação com a história narrada nos quadrinhos e com o seu próprio contexto.

5. Considerações Finais

A presente pesquisa analisou os resultados da utilização de uma HQ no ensino de conceitos fundamentais da termoquímica. A HQ foi elaborada pelo professor-pesquisador com o propósito de ensinar esses conceitos em paralelo com os conceitos cotidianos, sempre indicando aos estudantes que seu uso depende de cada contexto. A sequência de conteúdos proposta na HQ mostrou-se adequada, pois os resultados mostraram que os estudantes conseguiram, em sua maioria, formar uma boa base conceitual sobre termoquímica.

Quando comparadas as respostas dos questionários inicial e final, foi possível identificar que a maioria dos

estudantes melhorou suas respostas, permitindo considerar a utilização de quadrinhos como ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem de termoquímica. O fato de nem todos os estudantes melhorarem suas respostas pode ser atribuído à complexidade conceitual e também porque nenhuma metodologia é única e 100% eficiente. Mas, nos aspectos gerais, as atividades desenvolvidas cumpriram com o objetivo de construir uma base conceitual sólida dos termos energia, calor, temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos, sistema, vizinhança e universo. Esses conceitos fundamentais podem contribuir para facilitar o entendimento de conteúdos como entalpia, lei de Hess, reações endotérmicas e exotérmicas, energia de ligação, entre outros.

O questionário de avaliação da HQ mostrou que 70% dos estudantes gostaram de usar a revista em quadrinhos nas aulas. Assim como Ramos,¹ que acredita que o uso de HQs no ensino de estequiometria seja uma boa estratégia, podemos dizer o mesmo delas para ensinar termoquímica.

Entende-se que a história em quadrinhos elaborada, que é o Produto Educacional do Mestrado Profissional do primeiro autor deste artigo, abordou os conceitos básicos no estudo da termoquímica e cumpriu com seu principal objetivo, o de contribuir para a construção de uma base sólida, a qual poderá facilitar a compreensão dos próximos conteúdos de termoquímica.

Referências Bibliográficas

- Ramos, F. A.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. [[Link](#)]
- Nébias, C.; Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação* **1999**, 3, 133. [[CrossRef](#)].
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *BNCC – Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2017. [[Link](#)]
- Rama, A.; Vergueiro, W.; Barbosa, A.; Ramos, P.; Vilela, T.; *Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula*, 4a. ed., Contexto: São Paulo, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares*

- Nacionais: Ensino Médio*. Brasília, DF: MEC, 1997. [[Link](#)]
6. Vergueiro, W.; Ramos, P.; *Quadrinhos na educação: da rejeição à prática*. Contexto: São Paulo, 2009.
 7. Vygotsky, L. S.; *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*, 7a. ed., Martins Fontes: São Paulo, 2007.
 8. Vygotsky, L. S.; *Pensamento e linguagem*, 4a. ed., Martins Fontes: São Paulo, 2008.
 9. Mayer, R. E.; *Multimedia Learning*, 2a. ed., Cambridge University Press: New York, 2009.
 10. Santos, V. J. R. M.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019. [[Link](#)]
 11. Araújo, C. D.; Souza, E. H. D.; Lins, A. F.; *Anais do 2º Congresso Nacional de Educação*, Campina Grande, Brasil, 2015. [[Link](#)]
 12. Galiuzzi, M. D. C.; Gonçalves, F. P.; A natureza pedagógica da experimentação: Uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova* **2004**, 27, 326. [[CrossRef](#)]
 13. Giordan, M.; O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola* **1999**, 43. [[Link](#)]
 14. Moreira, M. A.; *Metodologias de pesquisa em ensino*, 1a. ed., Livraria da Física: São Paulo, 2011.
 15. Yin, R. K.; *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*, 2a. ed., Bookman: Porto Alegre, 2001.
 16. Jacques, V.; Alves Filho, J. D. P.; *Anais do 11º Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Curitiba, Brasil, 2008. [[Link](#)]
 17. Gonçalves, C. A. A.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Ouro Preto, 2016. [[Link](#)]
 18. Mortimer, E. F.; Amaral, L. O. F.; Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola* **1998**, 30. [[Link](#)].
 19. Rodrigues, A. A.; Quadros, A. L.; O envolvimento dos estudantes em aulas de Ciências por meio da linguagem narrativa das Histórias em Quadrinhos. *Química Nova na Escola* **2018**, 40, 126. [[CrossRef](#)]
 20. SILVA, J. L. P. B.; Por que não estudar entalpia no ensino médio. *Química Nova na Escola* **2005**, 22. [[Link](#)]
 21. Barros, H. L. C.; Processos endotérmicos e exotérmicos: Uma visão atômico-molecular. *Química Nova na Escola* **2009**, 31, 241. [[Link](#)]