

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL
PROFQUI

Thiago Antonio Valdez Garcia

**TERMOQUÍMICA EM QUADRINHOS: UMA FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS ABORDADOS NO NÍVEL MÉDIO**

Porto Alegre - RS

2020

Thiago Antonio Valdez Garcia

**TERMOQUÍMICA EM QUADRINHOS: UMA FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS ABORDADOS NO NÍVEL MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Nacional de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Tania Denise Miskinis Salgado

Porto Alegre - RS

2020

Thiago Antonio Valdez Garcia

**TERMOQUÍMICA EM QUADRINHOS: UMA FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS ABORDADOS NO NÍVEL MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Nacional de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovada em: 24 /08 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Augusto Netz – UFRGS

Prof^a. Dr^a. Nathália Marcolin Simon – UFRGS

Prof^a. Dr^a. Mirele Sanches Fernandes – CMPA

AGRADECIMENTOS

Em especial a minha orientadora Tania Salgado, com quem aprendi bastante, só tenho a agradecer pelo seu apoio e compreensão. Muito obrigado por fazer parte dessa trajetória.

Quero agradecer a todos(as) os colegas do PROFQUI pela parceria durante todas as disciplinas do mestrado. Obrigado a todos(as).

A minha esposa Grazielle por estar comigo nos momentos mais difíceis.

A minha amiga e colega de longa data Sabrina Stefanie pelas dicas e sugestões apontadas na HQ.

Agradeço a todos(as) os meus professores do PROFQUI.

Agradeço a Deus por tudo.

“Técnicamente, a química é o estudo da matéria, mas prefiro vê-la como o estudo da mudança. Os elétrons mudam seus níveis de energia, moléculas mudam suas ligações. Elementos se combinam e se transformam em compostos, mas isso é tudo na vida certo? É a constante, é o ciclo, é solução, dissolução, infinitamente. É o crescimento, então, a decadência, depois, a transformação. É fascinante, realmente.”

Bryan Ganston

RESUMO

Os estudantes, além de aprenderem os conteúdos no contexto escolar, também podem aprender no contexto de seu cotidiano. Alguns termos, como por exemplo, calor, têm significados distintos quando comparados os conceitos científicos com os cotidianos. A partir dessa observação, Vygotsky (2008) diz que o ensino desses conceitos deve mostrar aos alunos as diferenças de significados, mas trabalhando-se com ambos simultaneamente. Nesse sentido de construção do conhecimento científico apresentado por Vygotsky, o objetivo deste trabalho é elaborar uma história em quadrinhos (HQ) para ensinar os conceitos introdutórios da termoquímica, aplicar essa HQ em sala aula e analisar como a HQ pode contribuir para a compreensão desses conceitos por um grupo de alunos do ensino médio. A introdução dos conceitos básicos da termoquímica utilizando os quadrinhos, ou seja, a união de imagens e textos, deve facilitar a aprendizagem dos conteúdos. Não foi encontrado, nas bases de dados pesquisadas, nenhum trabalho com a utilização de HQ no ensino de termoquímica no nível médio. Num primeiro momento foi elaborada a HQ, seguindo-se sua aplicação em sala de aula. Procedeu-se da seguinte forma: primeiro aplicou-se um questionário para saber qual o entendimento prévio dos alunos quanto aos conceitos de termoquímica; depois realizou-se a leitura dos quadrinhos e os experimentos propostos; na terceira parte os alunos avaliaram a HQ através de um questionário; e, por fim, responderam a um questionário sobre os conceitos fundamentais da termoquímica trabalhados em aula. Esse estudo pode ser classificado como uma pesquisa de caráter qualitativo, particularmente um estudo de caso, realizado em uma escola pública de Canoas/RS, totalizando a participação de 49 alunos do segundo ano do ensino médio. Observou-se que menos da metade dos alunos gostam de ler HQs, que não as tinham usado em outras aulas e que a maioria achou que a linguagem dos quadrinhos facilitou no entendimento do conteúdo. Pode-se dizer que a utilização de HQs nas aulas de Química contribuiu positivamente para a compreensão dos conceitos termoquímicos.

Palavras-chave: História em Quadrinhos, Ensino Médio, Química, Ensino de Termoquímica.

ABSTRACT

Students, in addition to learning contents in the school context, can also learn in the context of their daily lives. Some words, as heat for example, have different meanings when compared scientific to everyday concepts. Based on this observation, Vygotsky (2008) says that the teaching of these concepts must show students their differences in meanings, but working with both simultaneously. In this sense of building the scientific knowledge presented by Vygotsky, the aim of this work is to develop a comic book (HQ) to teach the introductory concepts of thermochemistry, apply this HQ in the classroom and analyze how HQ can contribute to the understanding of these concepts by a group of high school students. The introduction of the basic concepts of thermochemistry using comics, that is, the union of images and texts should facilitate the learning of the contents. No work was found in the researched databases using comic books in the teaching of thermochemistry at the secondary level. This study can be classified as a qualitative research, particularly a case study, conducted in a public school in Canoas/RS, with the participation of 49 students in the second year of high school. At first, the author elaborated a comic book, then it was applied in the classroom. We proceeded as follows: a questionnaire was applied to find out what were the previous students' understanding about thermochemistry concepts; then the comic book was read and the proposed experiments were carried out; in the third part the students evaluated the comics through a questionnaire; and finally answered a questionnaire on the fundamental concepts of thermochemistry. It was observed that less than half of the students like to read comics, that they had not used them in other classes, and most felt that the language of the comics facilitated the understanding of the content. It can be said that the use of comic books in chemistry classes contributed positively to the understanding of thermochemical concepts.

Keywords: Comics, High School, Chemistry, Thermochemistry Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo cognitivo de como ocorre a aprendizagem pela TCAM	31
Figura 2: Representação de um sistema gasoso contido por um pistão sem atrito.....	40
Figura 3: Gráfico das respostas da questão 1 (Questionário 1)	51
Figura 4: Gráfico de respostas da questão 2 (Questionário 1).....	52
Figura 5: Respostas dos alunos para a questão 3 (Questionário 1).....	53
Figura 6: Respostas dos alunos para a questão 4 (Questionário 1).....	53
Figura 7: Respostas dos alunos para a questão 5 (Questionário 1).....	54
Figura 8: Respostas dos alunos para a questão 6 (Questionário 1).....	54
Figura 9: Respostas dos alunos para a questão 7 (Questionário 1).....	55
Figura 10: Respostas dos alunos na questão 1 (Questionário 3).....	59
Figura 11: Respostas dos alunos na questão 2 (Questionário 3).....	60
Figura 12: Respostas dos alunos para a questão 3 (Questionário 3)	60
Figura 13: Respostas dos alunos para a questão 4 (Questionário 3)	61
Figura 14: Respostas dos alunos para a questão 5 (Questionário 3)	62
Figura 15: Respostas dos alunos para a questão 6 (Questionário 3)	63
Figura 16: Respostas dos alunos para a questão 7 (Questionário 3)	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados da pesquisa com as palavras-chave: “história em quadrinhos + termoquímica”	18
Quadro 2 – Resultados da pesquisa na Scielo	19
Quadro 3 – Resultados da pesquisa nos anais dos eventos ENEQ	20
Quadro 4 – Os doze princípios multimídia de acordo com suas cargas cognitivas e suas aplicações nos quadrinhos	31
Quadro 5 – Cronograma do processo de elaboração da HQ	48
Quadro 6 – Cronograma de aplicação da HQ.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da pesquisa com a palavra-chave: “história em quadrinhos + química”.	17
Tabela 2: Opinião dos alunos sobre a HQ elaborada.....	57

SUMÁRIO

UM POUCO DA MINHA TRAJETÓRIA ATÉ AQUI.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
4.1 HISTÓRIA DOS QUADRINHOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	23
4.2 A APRENDIZAGEM SÓCIO-HISTÓRICA E CULTURAL.....	27
4.3 TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)	30
4.4 CONCEITOS BÁSICOS DA TERMOQUÍMICA	33
4.4.1 Energia.....	33
4.4.2 Calor e Temperatura.....	34
4.4.3 Processos Exotérmicos e Endotérmicos.....	35
4.4.4 Abordagem introdutória termoquímica nos livros didáticos do ensino médio	37
4.4.5 Abordagem matemática dos conceitos termodinâmicos na graduação	39
4.5 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA	44
5 METODOLOGIA	46
5.1 ETAPA 1: TIPO DE PESQUISA.....	46
5.2 ETAPA 2: ELABORAÇÃO DA HQ	47
5.3 ETAPA 3: APLICAÇÃO EM SALA DE AULA	48
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
6.1 ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS	51
6.1.1 Questão 1 (Questionário 1)	51
6.1.2 Questão 2 (Questionário 1)	52
6.1.3 Questão 3 (Questionário 1)	52
6.1.4 Questão 4 (Questionário 1)	53
6.1.5 Questão 5 (Questionário 1)	54
6.1.6 Questão 6 (Questionário 1)	54
6.1.7 Questão 7 (Questionário 1)	55
6.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA HQ NA SALA DE AULA.....	55
6.3 OPINIÃO DOS ALUNOS SOBRE A HQ	57
6.4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS APÓS UTILIZAÇÃO DA HQ	58

6.4.1 Questão 1 (Questionário 3)	59
6.4.2 Questão 2 (Questionário 3)	59
6.4.3 Questão 3 (Questionário 3)	60
6.4.4 Questão 4 (Questionário 3)	61
6.4.5 Questão 5 (Questionário 3)	62
6.4.6 Questão 6 (Questionário 3)	62
6.4.7 Questão 7 (Questionário 3)	63
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
8 CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE A	73
APÊNDICE B	101
APÊNDICE C	102
APÊNDICE D	103
APÊNDICE E	104
APÊNDICE F	105
APÊNDICE G	106
APÊNDICE H	107
APÊNDICE I	109

UM POUCO DA MINHA TRAJETÓRIA ATÉ AQUI

Enquanto aluno do ensino médio sempre gostei de matemática, não apenas por ter um bom desempenho nessa disciplina, mas por ela despertar em mim um fascínio pelos cálculos. Resolver um problema matemático era sinônimo de alegria, e desde então percebi que nem todos os meus colegas gostavam de matemática como eu, naquela época não entendia o motivo.

No último ano do ensino médio não me restou dúvida do que iria cursar na graduação, então, em 2005 fiz a inscrição no vestibular para matemática. Iniciei o curso no mesmo ano e, em paralelo à faculdade, fazia concursos públicos para testar meus conhecimentos. Decorridos dois anos, enfrentei meu primeiro grande obstáculo, um acidente de trânsito, no qual tive grandes lesões. Uma delas foi a perda de memória que durou aproximadamente um ano.

Nesse período fiquei desempregado e, como consequência, acabei trancando a faculdade. Mas não desisti de estudar, continuei estudando em casa, quando numa manhã de junho de 2010 chegou pelos correios uma carta da Corsan (não lembrava, pois passavam-se quatro anos), nela dizia que eu tinha sido aprovado no concurso e que deveria me apresentar na data e local determinado para realizar os exames médicos.

A partir de então fui trabalhar com tratamento de água e esgoto, operava estações de tratamento de águas (ETAs) e de esgotos (ETEs), surgindo assim o interesse pela química. Resolvi dessa forma adiar a conclusão do curso de matemática e iniciar um novo desafio, “ser Bacharel em Química”, passando quatro anos o desafio foi cumprido com sucesso. Depois de graduado senti que faltava alguma coisa, algo que deixei lá no passado, e que precisava voltar.

Sempre gostei de ensinar, e por que não ensinar química? Fiz um curso de formação pedagógica e em 2017 iniciei como professor de química no ensino médio. Não demorou muito para perceber que os alunos achavam a química muito difícil, dessas observações surgiu a necessidade de tentar fazer alguma coisa diferente para diminuir essa dificuldade que os alunos têm com a química. Então comecei a procurar um curso de pós-graduação que me auxiliasse a tornar o ensino de química menos difícil para os alunos, foi quando encontrei o PROFQUI.

1 INTRODUÇÃO

A química é uma ciência que estuda a matéria e suas transformações e exige uma grande demanda cognitiva por parte dos estudantes. O ensino de química usando somente o quadro e a caneta não permite aos alunos explorarem sua imaginação, como por exemplo, no nível submicroscópico utilizado para ensinar sobre átomos e moléculas, no qual se torna difícil pensar no movimento dos átomos ou moléculas.

Pesquisas indicam como é complicado, para a maior parte dos estudantes, entender que a química está no cotidiano deles e como 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 (RAMOS, 2017).

Os conceitos básicos de termoquímica ensinados no nível médio fazem parte no cotidiano dos alunos. Assim, ao introduzir esse conteúdo, é necessário fazer a distinção dos significados científicos e cotidianos, pois eles formarão a base para entender os próximos conceitos, como lei de Hess, entalpia, reações endotérmicas e exotérmicas, entre outros. O objetivo geral desse trabalho é elaborar uma história em quadrinhos (HQ) para ensinar os conceitos fundamentais da termoquímica, depois aplicar essa HQ em sala aula e por fim analisar como a HQ pode contribuir para a compreensão desses conceitos por um grupo de alunos do ensino médio.

De acordo com Nébias (1999), ensinar os conceitos científicos a partir dos conceitos previamente estabelecidos, como por exemplo, os conceitos cotidianos, alternativos, espontâneos ou pré-conceitos, deve fazer com que o significado científico predomine. Em determinadas situações esses conceitos podem: entrar em conflito, por exemplo, quando comparamos as definições de calor, que na ciência está associado à diferença de temperatura entre os corpos e no cotidiano está relacionado com temperaturas elevadas; ser congruentes, neste caso os conceitos científicos e cotidianos se integram em um todo maior; ser formal-simbólicos, sem associação espontânea, quando não existe conhecimento espontâneo para interagir com o conhecimento formal apresentado na escola; espontâneos, quando o conhecimento espontâneo é rico e não há conhecimento escolar correspondente a ser apresentado, como nas metáforas culturais, que podem ter influência na aquisição conceitual, como por exemplo, energias “negativas” e “positivas”, as quais não têm relação com a ciência. Assim, pretende-se que os alunos notem que os conceitos cotidianos e científicos podem estar corretos, dependendo apenas do contexto em que são usados.

A utilização de HQs em sala de aula foi reconhecida pelo governo através dos PCN (BRASIL, 1997), conforme Vergueiro e Ramos (2009, p. 10), afirmam em seu livro. Os mesmos autores também citaram que os quadrinhos iniciaram no ensino fundamental e apenas em 2009 passaram a ser direcionados ao ensino médio, consolidando as HQs como uma ferramenta mais atraente aos alunos.

Segundo as orientações curriculares para o ensino médio (BRASIL, 2006, p. 113-115), um dos conteúdos previstos no nível médio é a compreensão do significado das aplicações das primeira e segunda leis da termodinâmica no estudo das transformações químicas. Assim como é previsto que sua abordagem possa ser diversificada, inclusive com a elaboração de material pelo professor.

Além da elaboração de uma revista em quadrinhos, que constitui o Produto Educacional deste mestrado profissional, esta pesquisa pretende avaliar de forma qualitativa os seus resultados no ensino de química. Os conceitos fundamentais da termoquímica geralmente são ensinados sem levar em consideração as diferenças de significados que existem entre os contextos nos quais são usados. 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 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar uma história em quadrinhos (HQ) para ensinar os conceitos introdutórios da termoquímica, aplicar essa HQ em sala aula e analisar como a HQ pode contribuir para a compreensão desses conceitos por um grupo de alunos do ensino médio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar uma HQ que mostre os conceitos termoquímicos cotidianos e científicos simultaneamente;
- Motivar os alunos a aprender termoquímica através de uma HQ;
- Desenvolver a leitura e interpretação dos textos, estimulando o raciocínio;
- Avaliar como a HQ pode contribuir na compreensão dos conceitos termoquímicos pelos alunos;
- Avaliar a percepção dos alunos quanto ao uso da HQ para trabalhar os conceitos de termoquímica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão bibliográfica está baseada em diferentes bases de dados, sendo realizada a partir de palavras-chave. Inicialmente no Lume (repositório Digital da UFRGS) entre 2008 e 2019, digitando a palavra-chave, “História em Quadrinhos + Química” e utilizando o mecanismo de busca do próprio Lume, encontrou-se a dissertação da Fabiane de Andrade Ramos com o título, “Ensino de Estequiometria para o ensino médio: criação de uma revista de histórias em quadrinhos” (RAMOS, 2017). O trabalho da autora é próximo dessa pesquisa, diferenciando-se no conteúdo de química a ser ensinado. A pesquisadora analisou as Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), onde a mesma localizou, no período de 2005 a 2017, 42 artigos com a palavra-chave “revista em quadrinhos”. Segundo RAMOS (2017), sua pesquisa mostrou um crescimento no uso dos quadrinhos no ensino de ciências, no entanto não foi encontrada nenhuma história em quadrinhos direcionada para o ensino dos conceitos básicos de termoquímica no nível médio.

Ainda no Lume (repositório Digital da UFRGS) com a mesma palavra-chave, nos últimos dez anos encontraram-se os trabalhos mostrados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da pesquisa com a palavra-chave: “história em quadrinhos + química”.

LUME – REPOSITÓRIO DIGITAL DA UFRGS			
ANO	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO)	DISSERTAÇÃO	TESE
2019	0	2	4
2018	21	15	19
2017	11	21	22
2016	12	15	17
2015	13	15	14
2014	10	5	19
2013	10	14	22
2012	12	14	17
2011	5	9	14
2010	15	13	8
TOTAL	109	123	156

Fonte: Autoria própria.

A partir desses resultados observam-se um total de 388 trabalhos, sendo apenas um deles (RAMOS, 2017), com a elaboração e aplicação de História em Quadrinhos no ensino de química.

Usando as palavras-chave “história em quadrinhos + termoquímica”, no mesmo período de busca (2008-2019), obteve-se, também no Lume, sete trabalhos, conforme mostrado no quadro 1.

Quadro 1 - Resultados da pesquisa com as palavras-chave: “história em quadrinhos + termoquímica”.

LUME - REPOSITÓRIO DIGITAL DA UFRGS		
Ano	Título	Autor
2019	Aquecimento Global: Uma questão sociocientífica a ser discutida na formação de professores de física da educação básica	(JUNGES, 2019)
2019	Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ensino de ciências: Análise de repositórios disponíveis	(GONÇALVES, 2019)
2018	Interfaces disciplinares: Ensaio e teorizações de práticas educativas para integrar disciplinas no ensino de ciências	(TAMANINI, 2018)
2015	Educação Química em discurso, ou sobre um modo de olhar para a prática da educação química	(PASTORIZA, 2015)
2014	O processo criativo na aprendizagem das transformações químicas: Uma proposta para estudantes construírem novos conhecimentos na educação básica	(SILVA, 2014)
2008	A revista Superinteressante, os livros didáticos de química e os parâmetros curriculares nacionais instituindo "novos" conteúdos escolares em ciências/química	(FERREIRA, 2008)
2008	Do internetês ao léxico da escrita dos jovens no Orkut	(BISOGNIN, 2008)

Fonte: autoria própria.

Os resultados do quadro 1 mostram que, com as palavras-chave “história em quadrinhos + termoquímica” não foi possível, nessa base de dados encontrar trabalhos similares ao uso de história em quadrinhos no ensino de termoquímica. Os trabalhos encontrados citam um ou outro dos termos pesquisados dentro do texto, mas nenhum desses dois termos caracteriza-se como sendo o foco do trabalho de pesquisa efetivamente realizado pelos autores.

No portal de periódicos da Capes, a partir de 2008, pesquisando por assuntos com a palavra-chave “história em quadrinhos + Química”, encontrou-se 42 resultados. Destes, apenas um deles com o título “Elaboração, Aplicação e Avaliação de uma HQ sobre conteúdo de

História dos Modelos Atômicos para o ensino de Química” (AQUINO et al., 2015), que é próximo da presente pesquisa, mas com o conteúdo químico diferente.

Ainda na mesma base, pesquisou-se com a palavra-chave “história em quadrinhos + termoquímica”, também a partir de 2008, obteve-se um resultado, porém sem relevância para esta pesquisa. Depois buscou-se na Revista Brasileira de Pesquisas em Educação em Ciências (RBEC), sem limitar o intervalo de tempo, buscando com as duas palavras-chave “história em quadrinhos + química” e “história em quadrinhos + termoquímica”, não se encontrou nenhum resultado.

Na base Scielo (Scientific Electronic Library Online), buscando a partir de 2008, obteve-se os resultados descritos no quadro 2.

Quadro 2 – Resultados da pesquisa na Scielo.

Artigos encontrados			
Ano	Palavra-chave	Título	Autor(es)
2015	História em Quadrinhos + Química	Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos: uma análise do modo de leitura dos estudantes	(FRANCISCO JÚNIOR; UCHÔA, 2015)
2013	História em Quadrinhos + Química	Produção textual em diferentes gêneros: um caso na formação de professores de química	(FRANCISCO JUNIOR, 2013)
Todos	História em Quadrinhos + Termoquímica	Nenhum artigo encontrado	

Fonte: Autoria própria

Analisando os resultados com as duas palavras-chave, encontrou-se um trabalho no modelo dessa pesquisa. Embora o conteúdo dos autores Francisco Junior e Uchôa tenha sido radioatividade, o artigo é similar quanto a sua elaboração e aplicação. O outro artigo não foi relevante para as finalidades do presente trabalho, pois tratava-se da formação de professores de Química.

Nos anais dos eventos Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), no período de 2013 a 2018 foram localizados quatro trabalhos sobre história em quadrinhos. Dois em 2013 com os títulos: “Trabalhando com histórias em quadrinhos as temáticas e conceitos químicos” (GNOATTO et al., 2013) e “Produção de histórias em quadrinhos no ensino de química orgânica” (SILVA et al., 2013); um em 2016 com o título “O uso de histórias em quadrinhos para qualificar a prática da leitura e da escrita no ensino de química” (KUNST et al., 2016); e o outro em 2017 com o título “A potencialidade do uso de histórias em quadrinhos (HQs) como linguagem no processo ensino e aprendizagem” (SALAPATA; PERES, 2017). Mas nenhum deles com a elaboração e aplicação de uma HQ em sala de aula.

Já nos anais dos eventos Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) foram encontrados, no período de 2010 a 2018, 18 artigos com a palavra-chave “história em quadrinhos” conforme descritos no quadro 3.

Quadro 3 – Resultados da pesquisa nos anais dos eventos ENEQ.

Artigos sobre HQs		
Ano	Título	Autor(es)
2018	Nenhum artigo encontrado	
2016	Nas Teias dos Elementos Químicos: Ensino de Química através dos Quadrinhos.	(SILVA; SILVA, 2016)
2016	História em Quadrinhos no Ensino de Química na EJA: Uma proposta de recurso didático.	(DOMINGUES et al., 2016)
2016	Utilização de História em Quadrinhos na Divulgação da Nanotecnologia e suas Aplicações.	(CRESPO et al., 2016)
2016	A Química dos Oceanos como Temática para a Contextualização.	(SOUZA et al., 2016)
2016	Histórias de Vidro em Quadrinhos: A Divulgação Científica em HQs.	(IWATA et al., 2016)
2014	O uso de Histórias em Quadrinhos no Ensino de Química: relatando uma experiência.	(RODRIGUES; QUADROS, 2014)
2014	Avaliando uma história em quadrinhos produzida para o ensino de química e educação ambiental.	(GAMA; FRANCISCO JUNIOR, 2014)
2014	Abordagens do comportamento ácido e básico nas frutas através das Histórias em Quadrinhos (HQs).	(SANTOS et al., 2014)
2014	H'Química – Radioatividade e Quadrinhos.	(CRUZ; SOARES, 2014)
2014	Mangá “Sigma Pi”: uma proposta de quadrinhos para divulgação e ensino de ciências.	(IWATA; LUPETTI, 2014)
2014	Produção de Histórias em Quadrinhos para o ensino de Química.	(SILVA et al., 2014)
2014	Vencendo os obstáculos do ensino de química através de histórias em quadrinhos da Tabela Periódica dos Elementos.	(SOUSA et al., 2014)

2012	Produção e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Química.	(UCHÔA et al., 2012)
2012	Histórias em Quadrinhos: Uma proposta de aprendizagem lúdica com alunos do 9º ano nas aulas de Química.	(SANTOS, 2012)
2010	Produção de Histórias em Quadrinhos no Ensino de Química Orgânica: A Química dos Perfumes como Temática.	(SANTOS; AQUINO, 2010)
2010	O uso de histórias em quadrinhos como metodologia alternativa para o ensino de ligações iônicas.	(COSTA NEGRÃO et al., 2010)
2010	O ensino de estrutura atômica utilizando uma história em quadrinhos inclusiva.	(OLIVEIRA et al., 2010)
2010	Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para produção de Histórias em Quadrinhos no contexto da formação de professores de Química.	(BORGES, 2010)

Fonte: Autoria própria

O artigo com o título *O envolvimento dos estudantes em aulas de ciências por meio da linguagem narrativa das histórias em quadrinhos*, das autoras Adriana A. D. Rodrigues e Ana L. de Quadros, publicado em 2018, tem como resumo: “A busca por estratégias que atraíam a atenção dos estudantes para o conteúdo desenvolvido em sala de aula e que os envolvam com a Ciência tem sido um desafio para professores. Nesse trabalho planejamos e desenvolvemos um conjunto de atividades relacionadas a uma história em quadrinhos autoral, envolvendo o conceito de densidade. O objetivo foi investigar como a linguagem narrativa ilustrada pode contribuir no envolvimento dos estudantes com o conhecimento científico desenvolvido nas aulas de ciências especificamente em química e assim, contribuir para a aprendizagem” (RODRIGUES; QUADROS, 2018).

O artigo *Educação ambiental em histórias em quadrinhos: Recurso didático para o ensino de ciências*, dos autores Kiany Cavalcante, Fernando Silva, Adeilton Maciel, José Augusto, Joaires Ribeiro, Paulo Santos e Adriano Pinheiro, publicado em 2015, aborda o uso de histórias em quadrinhos como instrumento didático complementar no ensino de ciências, a partir das temáticas ambientais, biodiesel, chuva ácida e o efeito estufa, trabalhadas na forma de quadrinhos como assuntos específicos nos conteúdos de ciências (CAVALCANTE et al., 2015). Participaram dessa atividade 194 alunos do 9º ano do ensino fundamental de três escolas públicas. O uso de histórias em quadrinhos como instrumento didático complementar para o ensino de temáticas ambientais mostrou-se eficiente, comprovado pelo interesse, comprometimento e pelos resultados dos alunos.

A partir dessa revisão bibliográfica realizada, pode-se observar que nas bases consultadas não se encontrou trabalhos com a elaboração e aplicação de uma história em quadrinhos para ensinar os conceitos fundamentais da termoquímica no ensino médio. Assim a presente pesquisa se mostra essencialmente inédita no ensino de química.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo são apresentadas as teorias nas quais essa pesquisa está baseada. O autor optou por dividi-las em cinco partes: História dos Quadrinhos no Ensino de Ciências; A aprendizagem sócio-histórica e cultural; Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM); Conceitos Básicos da Termoquímica; e Experimentação no Ensino de Química.

4.1 HISTÓRIA DOS QUADRINHOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Para explicar um pouco da história do uso dos quadrinhos em sala de aula optou-se por usar basicamente dois livros, “Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula” (VERGUEIRO et al., 2018) e “Quadrinhos na educação” (VERGUEIRO; RAMOS, 2009). Essas obras são organizadas por Waldomiro Vergueiro, autor pioneiro na difusão do uso de HQs com finalidade didática no Brasil, sendo assim, a principal referência que embasará esta seção.

As histórias em quadrinhos estão presentes na humanidade desde suas origens, elas acompanham o homem preenchendo as lacunas de comunicação. Muito antes da escrita, os homens primitivos registravam suas mais variadas histórias através de imagens gráficas desenhadas nas paredes das cavernas. Essas representações em forma de desenho são muito semelhantes às histórias em quadrinhos que conhecemos atualmente, mas sem o uso da escrita (VERGUEIRO et al., 2018).

Contudo, apenas essas imagens não foram suficientes para acompanhar a evolução da comunicação do homem, havendo a necessidade de complementar essas imagens ou até mesmo substituí-las de acordo com os avanços da humanidade. Surgem então os hieróglifos e a escrita Japonesa, como exemplos, e mais tarde o alfabeto fonético (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Com o nascimento do alfabeto fonético, as representações feitas por imagens passaram a ter menor impacto na comunicação humana. Essa troca provavelmente ocorreu pelos seguintes motivos:

O advento do alfabeto fonético fez com que a imagem passasse a ter menor importância como elemento de comunicação entre os homens, deixando de existir uma ligação direta entre a maneira como se representa graficamente um objeto ou um animal e sua forma física real. Esse nível de abstração entre o objeto e seu símbolo representou um avanço extraordinário para a humanidade, pois o novo sistema permitiu ampliar quase que ao infinito as possibilidades de composição e transmissão de mensagens e atingir um grau de comunicação que o desenho, isoladamente, não conseguia atingir (VERGUEIRO *et al.*, 2018, p. 9).

Contudo essa troca foi feita aos poucos, atingindo primeiramente as classes mais privilegiadas da sociedade, enquanto a outra parcela da sociedade ainda permanecia utilizando os desenhos como meio de comunicação. Assim as imagens gráficas sobreviveram entre os homens.

No século XV, surge a imprensa, que junto com a imagem gráfica dividia o espaço na comunicação da sociedade. Mas foi essencialmente nos séculos XVII e XVIII que se iniciou a aliar palavras escritas a imagens gráficas, que além de entreter, tinham objetivos políticos e religiosos, principalmente em alguns países da Europa, como por exemplo, Inglaterra, França, Alemanha e Itália. O avanço da indústria do papel foi marcado com a criação das redes jornalísticas, que possibilitaram o surgimento das histórias em quadrinhos nos meios de comunicação em massa, em países da Europa e principalmente consolidadas nos Estados Unidos no final do século XIX (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

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 simples histórias cômicas, elas passaram a ser histórias sobre famílias, animais antropomorfizados e protagonistas femininas, permanecendo os traços cômicos, levando assim ao mundo os valores e a cultura norte-americana (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Já na segunda década do século XX, os quadrinhos entraram em uma espécie de diversificação, passaram a ser mais naturalistas e com isso ampliaram seus leitores. Em paralelo, os quadrinhos foram impressos no formato de pequenos livros, que ficaram conhecidos na Europa e nos Estados Unidos como “comic books” e no Brasil como “gibis”. Anos mais tarde, durante a segunda guerra mundial, os super-heróis aparecem nos quadrinhos com o objetivo de consolidar as vendas das revistas em massa (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Depois da segunda guerra mundial, no período chamado de guerra fria, houve uma diminuição da popularidade dos quadrinhos. Nesse momento inicia-se uma campanha contrária aos quadrinhos, liderada pelo psiquiatra alemão Fredric Wertham, radicado nos Estados Unidos. Em sua clínica ele atendia jovens problemáticos e, no seu entendimento, esses problemas poderiam estar ligados à leitura dos quadrinhos. Então o psiquiatra começou a publicar artigos em jornais e revistas da área com os resultados clínicos desses jovens, além de palestras em escolas e de conceder entrevistas dizendo que os quadrinhos eram uma ameaça aos jovens (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Não sendo suficiente as vastas denúncias sobre os malefícios dos quadrinhos, Wertham publicou em 1954 um livro chamado “A sedução dos inocentes”. Nesse livro ele escreve

resenhas sobre alguns quadrinhos, como por exemplo, Batman e Robin, no qual o autor diz que é um casal homossexual, e que essas e outras de suas interpretações sobre os quadrinhos poderiam provocar anomalias no comportamento dos jovens americanos. A partir disso foi criado um código de ética dos quadrinhos para serem publicados (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Mesmo com a utilização desse “selo de qualidade” nos quadrinhos, ainda assim eles continuaram a ser vistos como prejudiciais para os jovens. As histórias em quadrinhos eram inclusive acusadas de qualquer mal que viesse surgir na sociedade, com isso a barreira para a leitura dos quadrinhos pelos jovens e sua utilização na educação foi ampliada. Mesmo nos dias atuais algumas crianças são proibidas de ler quadrinhos pelos seus pais, pois os mesmos acreditam prejudicarem seu desenvolvimento cognitivo (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Então, 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. Essa nova visão causou uma espécie de “redescobrimto” dos quadrinhos, seu impacto na sociedade passou a ser considerado positivo pela classe intelectual da sociedade, primeiramente na Europa e depois nos outros continentes (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Nesse período foi feita uma análise das críticas das histórias em quadrinhos por parte dos intelectuais, que concluíram que as críticas eram feitas sem qualquer fundamentação, sendo apenas opiniões de pais e leitores. Com essa nova análise, os quadrinhos foram reavaliados como uma maneira positiva na cultura, aproximando a utilização dos quadrinhos da sala de aula (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Os quadrinhos passaram a ser tratados não apenas como entretenimento e sim como uma forma de transmissão de conhecimento, como foi utilizado antes do século XIX. Os primeiros quadrinhos publicados com esse objetivo foram: *True Comics*, *Real Life Comics* e *Real Fact Comics*, todos nos Estados Unidos, e tratavam-se de uma temática sobre personagens famosos da história, figuras literárias e marcos históricos (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Na mesma década, a editora Educational Comics publica uma série de quadrinhos ligada a religiosidade e moral, por exemplo, *Picture Stories from the Bible*, *Picture Stories from American History*, *Picture Stories from World History* e *Picture Stories from Science*. Outras obras como *Classics Illustrated* foram reproduzidas pelo mundo, inclusive no Brasil, com o objetivo de levar aos quadrinhos as grandes obras literárias bem como seus respectivos autores, como Charles Dickens, William Shakespeare, Daniel Defoe, Victor Hugo, Jonathan Swift, Edgar Allan Poe entre outros (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Além das publicações citadas acima, na Itália a igreja católica também se utilizava da linguagem dos quadrinhos para ensinar as crianças sobre os santos e personagens bíblicos.

Enquanto isso, na China o governo fazia uso das HQs para passar uma impressão de “solidariedade” a sua população, e assim lentamente os quadrinhos foram ganhando espaço pelo mundo, nas mais variadas formas possíveis (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Na década de 1970, em alguns países da Europa houve as primeiras tentativas de usar as HQs em sala de aula, seu objetivo era lúdico, para tornar as aulas mais agradáveis aos alunos. Os quadrinhos mais publicados foram na França, pela editora Larousse, com os seguintes títulos: *L' Histoire de France em BD*, dividido em oito volumes, com aproximadamente 600 mil coleções vendidas, e *Découvrir la Bible*, essa última foi editada também em outros países fora da Europa como por exemplo, os Estados Unidos (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Com o sucesso das obras citadas acima, não demorou muito para a publicação de outras com o mesmo seguimento educacional. As mais importantes foram: *La Philosophie en bande dessinée*, de Huisman y Berthomier em 1977; *Psychologie en bande dessinée*, de Huisman y Gilet de 1978; *La vie de J. S. Bach e L'Aventure de l'équipe de Cousteau*, de 1985. Ainda podemos mencionar outras obras dedicadas a Freud, Lenin, Einstein, Darwin, Trotsky, Marx, a energia nuclear, o capital, os estudos culturais (VERGUEIRO *et al.*, 2018).

Essas obras marcaram as HQs como uma possibilidade de serem utilizadas como ferramenta pedagógica. Assim, elas pouco a pouco foram surgindo nos livros didáticos, até que nos anos de 1990 os órgãos responsáveis pelos materiais didáticos reconheceram os quadrinhos como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Não foi diferente no Brasil, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 20 de dezembro de 1996:

- Inciso II do art. 3º da lei diz que a liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber “é uma das bases do ensino”;
- Inciso II do §1º do art. 36 registra, de forma mais explícita, que, entre as diretrizes para o currículo do ensino médio, está o conhecimento de “formas contemporâneas de linguagem”.

Embora a LDB tenha indicado a liberdade de ensinar e a ampla forma de utilizar a linguagem, os quadrinhos, de acordo com Vergueiro e Ramos (2009), só foram oficializados na educação do país no ano seguinte ao da LDB, no PCN (BRASIL, 1997), nos ensinos fundamental e médio. Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), os quadrinhos são mencionados nas disciplinas de linguagens, códigos e suas tecnologias, uma delas é:

Quando o aluno identifica os “truques” que os desenhistas utilizam para criar efeitos de movimento e profundidade espacial nas histórias em quadrinhos e que aqueles e outros efeitos são também utilizados na arte, distinguindo os estilos das diversas

tradições, épocas e artistas, o entendimento desses aspectos torna-se mais efetivo e interessante (BRASIL, 2006, p. 185).

A citação acima indica que o uso de HQ na sala de aula pode ser uma ferramenta com possibilidade de tornar as aulas mais prazerosas.

Segundo a história dos quadrinhos aqui resumida, pode-se observar que o uso das HQs tem várias formas de utilização, sendo uma ferramenta viável e reconhecida pelos órgãos da educação como parte do processo de ensino e aprendizagem. Assim, os quadrinhos podem não apenas ser utilizados no ensino das linguagens, como podem ser usados no ensino de ciências, em específico nas aulas de química.

4.2 A APRENDIZAGEM SÓCIO-HISTÓRICA E CULTURAL

Nessa seção procurou-se relacionar a HQ elaborada pelo autor e a teoria sócio-histórica e cultural de Vygotsky. O Terezito, personagem principal da HQ, convive entre dois mundos paralelos e simultâneos, empregando a linguagem do cotidiano e a da ciência.

Na primeira metade do século XIX, antes da teoria de Vygotsky, o estudo da mente humana era atribuído à filosofia. Alguns ingleses, por exemplo, seguiam as teorias de John Locke, que consistia nas concepções empíricas da natureza humana, ou seja, as ideias eram oriundas do estímulo ambiental. Enquanto isso, no continente europeu, predominava o pensamento de Immanuel Kant, o qual acreditava que a mente humana originava as noções de espaço, tempo e concepções de quantidade, qualidade e relações (VYGOTSKY, 2007).

As teorias de Locke e Kant eram inquestionáveis, porque tinham como base os trabalhos de René Descartes, o qual atribuía o estudo científico ao corpo humano físico e o filosófico ao estudo da mente humana (alma). O conflito entre estudar o corpo e a mente separados durou até o final do século XIX com a publicação de três obras (VYGOTSKY, 2007).

Vygotsky descreve essas três obras da seguinte forma:

Esses três livros, de Darwin, Fechner e Sechenov, podem ser vistos como constituintes essenciais do pensamento psicológico do final do século XIX. Darwin uniu animais e seres humanos num sistema conceitual único regulado por leis naturais; Fechner forneceu um exemplo do que seria uma lei natural que descrevesse as relações entre eventos físicos e o funcionamento da mente humana; Sechenov, extrapolando observações feitas em preparações neuromusculares isoladas de rãs, propôs uma teoria fisiológica do funcionamento de tais processos mentais em seres humanos normais (VYGOTSKY, 2007, p. 19).

Esses foram alguns pontos importantes que demonstram de maneira ampla os aspectos gerais do estudo da psicologia humana no século XIX, antes da teoria de Vygotsky.

No início do século XX, a psicologia na Rússia, bem como a Europa, procurava respostas para explicar cientificamente alguns fenômenos da mente do homem. Iniciando por Kornilov uma mudança organizacional e intelectual, seguido pelo chefe do Instituto de Psicologia de Moscou Chelpanov, defensor da psicologia introspectiva e crítico da teoria behaviorista, ele também achava a teoria marxista incompleta, em outras palavras, Chelpanov não passava de um crítico, o que resultou em sua demissão do Instituto. Assim, Kornilov o substituiu e formou uma nova equipe composta por jovens cientistas com o objetivo de elaborar uma teoria psicológica comportamental e marxista (VYGOTSKY, 2007).

Um desses jovens era Vygotsky, que um ano depois palestrava sobre a consciência ser o objeto de estudo da Psicologia comportamental. Assim, iniciando a elaboração de uma nova teoria que unificasse os processos psicológicos da mente humana com uma base abrangente, que possibilitasse descrever e explicar as funções psicológicas superiores (VYGOTSKY, 2007).

Essas funções psicológicas superiores foram explicadas a partir de duas vertentes, o materialismo histórico e dialético de Karl Marx e as percepções de Engels, que essencialmente conectava o trabalho humano com instrumentos para transformar o ambiente, e dessa forma, mudanças em si próprio. Nesse pensamento, Vygotsky explicou como os processos elementares se transformam em processos complexos, assumindo que essa transformação estava diretamente ligada às formas culturais do comportamento, ou simplesmente ao contexto social (VYGOTSKY, 2007).

Pode-se dizer que Vygotsky ampliou a 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) o elo entre aluno e conhecimento (VYGOTSKY, 2007).

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 (VYGOTSKY, 2007).

Vygotsky (2007) explica o processo de aprendizagem através do conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que é definida como 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 não significa que seja real, mas pode se tornar.

O conhecimento potencial real é dependente 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 (2008), em uma de suas concepções, 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, conforme descreve Vygotsky.

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 (VYGOTSKY, 2008, p. 116).

A partir dessa citação podemos notar, por exemplo, que a aprendizagem dos conceitos de temperatura e calor passa a assumir um papel em primeiro plano na estrutura psicológica, embora tenha sido construído depois de seu conceito cotidiano. Com isso, os alunos passam a ter a percepção de que temperatura e calor não são iguais, mas que o calor depende da diferença de temperatura entre os corpos, assim eles tendem a usar em sua estrutura psicológica essa definição.

Vygotsky investigou mais profundamente a relação entre os conceitos científicos e cotidianos, com o objetivo de comparar seus graus de importância. Para isso ele realizou experimentos com crianças da segunda e quarta séries do ensino fundamental, onde observou que, quando o material utilizado é adequado àquela faixa etária, o desenvolvimento dos conceitos científicos ultrapassa o desenvolvimento dos conceitos cotidianos. (VYGOTSKY, 2008). Nesse sentido, a HQ elaborada vai trazer experimentos simples, porém elucidativos, para complementar o desenvolvimento dos aspectos teóricos.

Para Vygotsky (2008), a familiaridade dos conceitos cotidianos mostra 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, conforme o seguinte pensamento de Vygotsky:

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 (VYGOTSKY, 2008, p. 109).

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.

4.3 TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)

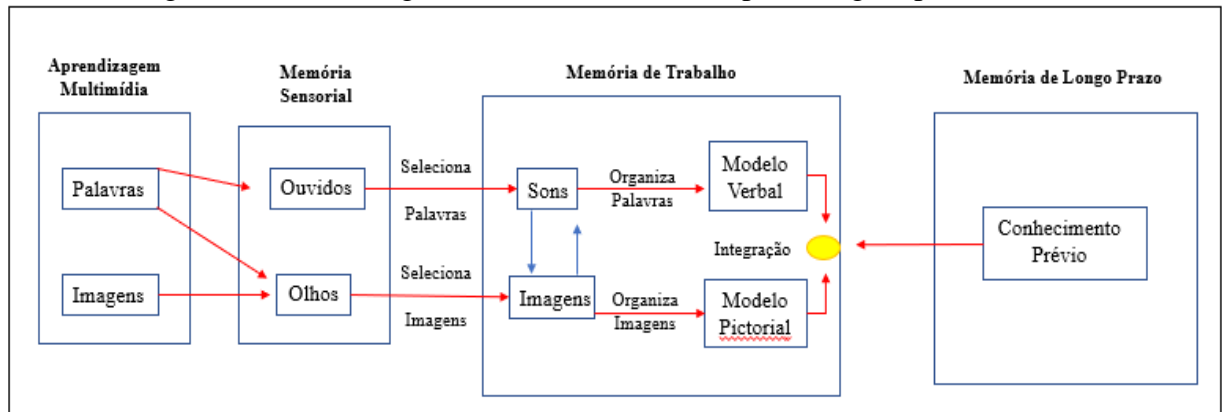
Segundo Mayer (2009), o efeito multimídia se refere à apresentação do material didático usando palavras e imagens simultaneamente. Nesse contexto, a TCAM baseia-se na premissa de que os estudantes podem entender melhor uma explicação quando é apresentada em palavras e imagens do que quando é apresentada apenas em palavras. Assim, o efeito multimídia pode ser observado em uma variedade de situações, desde apresentações com slides até textos ilustrados.

Nesse sentido, Santos (2019), relaciona a TCAM proposta por Mayer e seus colaboradores com as HQs. Por se tratar de revistas que têm simultaneamente palavras e imagens. Recentemente, o pesquisador Santos (2019), em sua tese, procurou defender o uso dessa teoria aplicada aos quadrinhos, argumentando com as seguintes palavras:

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 propostos por Mayer (2001) 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 (SANTOS, 2019, p. 81).

A TCAM está baseada em três premissas: *o canal duplo*, onde se considera que o ser humano possui processamento de informações separadas, o visual e o verbal; *capacidade limitada para processar as informações*, que se refere à limitação individual de cada canal durante o processamento de informações; *processamento ativo*, que armazena as informações principais em ambos canais, desprezando as irrelevantes. As conexões dessas memórias, de acordo com Santos (2019), são mostradas na figura 1.

Figura 1: Modelo cognitivo de como ocorre a aprendizagem pela TCAM.



Fonte: Santos, 2019, p. 79, adaptado de Mayer.

Observando a figura 1, pode-se notar que a aprendizagem multimídia, que se dá a partir de imagens e palavras simultaneamente (como ocorre no ensino utilizando as HQs), passa para à memória sensorial através da audição e da visão, depois essas informações são filtradas pelo canal duplo e chegam na memória de trabalho (curto prazo), que integra as informações nos modelos verbais e pictoriais. Finalmente, ocorre a integração dessas informações junto com os conhecimentos prévios. Assim é formada a memória de longo prazo, a qual nos influencia na hora de decidir alguma coisa e afeta nossas percepções de ver as coisas (ARAÚJO et al., 2015).

Segundo Santos (2019), para que o processo cognitivo mostrado na figura 1 seja eficiente, a elaboração de uma HQ deve seguir os doze princípios da TCAM propostos por Mayer, que estão baseados em três diferentes tipos de carga cognitiva dos seres humanos. A relação entre as cargas cognitivas, os princípios e os quadrinhos são mostrados no quadro 4.

Quadro 4: Os doze princípios multimídia de acordo com suas cargas cognitivas e suas aplicações nos quadrinhos.

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 auto complementam.
	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.
Gerenciar o Processo Essencial	Segmentação	As pessoas aprendem melhor quando um determinado conteúdo é fragmentado numa sequência coerente para facilitar o aprendizado, e não de uma única vez. Quando 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.
	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.
Promove o Processamento Generativo	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.
	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 conversação 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 ambientalizar 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.

Fonte: Santos (2019, p. 81)

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 a utilização de uma ou de outra separadamente. Assim, os quadrinhos, por possuírem essas características, devem contribuir positivamente na aprendizagem (SANTOS, 2019).

4.4 CONCEITOS BÁSICOS DA TERMOQUÍMICA

Nessa última parte do capítulo, procurou-se amparar a definição de cada conceito e experimento químico ensinado na HQ em alguns artigos científicos pesquisados na Revista Química Nova na Escola. A abordagem matemática desses conceitos está baseada em dois livros de físico-química dos autores David W. Ball (2011) e Luiz Pilla (2006), que são clássicos no ensino de físico-química em nível superior.

4.4.1 Energia

Sabe-se que a energia está conectada ao homem desde seus primórdios, com a descoberta do fogo foi possível se defender dos fenômenos da natureza, como por exemplo, o frio e a escuridão. Contudo o processo de combustão somente foi estudado mais tarde com Lavoisier, e posteriormente investigado de forma empírica e com elaboração de modelos racionais por Boyle, no século XVII (OLIVEIRA; SANTOS, 1998).

A química e a física, a partir dos experimentos de Francis Bacon (1561-1626) buscam entender a relação das trocas térmicas entre os corpos. Bacon percebeu que algumas substâncias, como o óxido de cálcio, quando colocadas em água acusavam presença de calor enquanto que outras não, por exemplo o ouro. Depois de inúmeros experimentos o próprio Bacon diz que, o calor é uma forma ansiosa, sempre em movimento e presente em todos os corpos, ou simplesmente “calórico”, essa foi a primeira definição para o calor (OLIVEIRA; SANTOS, 1998).

Segundo Oliveira e Santos (1998), em 1769 o escocês James Watt patenteou a primeira máquina a vapor. A partir do funcionamento dessa máquina, iniciou-se uma corrida para se obter um melhor rendimento na conversão de calor em trabalho. Assim, surge uma nova área do conhecimento, a termodinâmica, que essencialmente está dividida em dois princípios: o primeiro, que trata da conservação de energia e o segundo, que estabelece o aumento da entropia do universo.

Com a formulação do primeiro princípio da termodinâmica foi possível associar energia e química sem muitos problemas ao entender, por exemplo, que com o simples movimento de esticar um elástico, ele armazena energia potencial elástica e que, ao soltar, essa energia transforma-se em energia cinética. Outro exemplo é o movimento da queda das águas (energia potencial) transformando-se em energia elétrica. Sem dúvidas o primeiro princípio é um modelo

válido. Já a transformação de energia química em térmica, pode-se explicar exemplificando a combustão do óleo da seguinte maneira:

Na verdade, o que é convertido em calor (energia térmica) e em trabalho mecânico não é a energia química armazenada no óleo e sim o saldo energético do processo de queima. Na reação de combustão, dentre os diversos fatores que contribuem para a produção de energia, os mais significativos são os referentes à quebra e à formação de ligações químicas intra e intermoleculares: o processo de quebra das ligações das substâncias combustíveis e do comburente é endotérmico, enquanto o processo de formação de novas ligações nos produtos é exotérmico. A energia térmica resultante (a energia liberada é maior que a absorvida) da combustão – e não simplesmente a energia química contida no óleo – é que permite aquecer o ar, mover o pistão etc (OLIVEIRA; SANTOS, 1998, p. 20).

Já a energia química no contexto cotidiano é observada, por exemplo, nos rótulos dos alimentos, trazendo suas quantidades energéticas, que geralmente remete as pessoas a pensarem que as substâncias estocam essa energia.

Depois dessa breve história envolvendo o conceito de energia, escolheu-se abordar na HQs uma definição que é utilizada de maneira bem ampla, conforme os autores Oliveira e Santos (1998) explicam: a palavra energia é de origem grega, denominada *energeia*, e seu significado científico é “a capacidade para realizar trabalho”. Essa definição foi proposta pelo físico inglês Thomas Young em 1807, e é a que se utiliza atualmente.

4.4.2 Calor e Temperatura

De acordo com Mortimer e Amaral (1998) o ensino desses conceitos deve ser formulado de maneira detalhada, por se tratar de conceitos já enraizados do cotidiano. Os próprios autores afirmam que a literatura mostra três características principais das concepções dos conceitos cotidianos de calor e temperatura, são elas: *o calor é uma substância, existem dois tipos de calor: o quente e o frio, o calor é diretamente proporcional à temperatura.*

Na história em quadrinhos elaborada, iniciou-se pela definição científica de temperatura, a qual pode ser definida de duas formas. A primeira, considerando a lei zero da termodinâmica, diz que “se dois corpos, A e B estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estarão em equilíbrio térmico entre si”. Ou seja, essa é uma definição macroscópica, que em outras palavras, é uma medida do grau de resfriamento ou aquecimento de um sistema. A outra definição é baseada no modelo cinético-molecular, que é uma definição microscópica da temperatura, assim definida como a medida da agitação térmica média das moléculas (MORTIMER; AMARAL, 1998).

Mortimer e Amaral (1998) dizem que é inviável querer extinguir os conceitos do cotidiano e colocar em seu lugar os conceitos científicos. Pode-se observar que o pensamento desses autores está em plena concordância com a teoria proposta por Vygotsky discutida na segunda parte desse capítulo. Além da HQ propor a ideia de que os conceitos do cotidiano funcionam no sentido da nossa comunicação diária, são realizados dois experimentos que demonstram a diferença entre calor e temperatura.

4.4.3 Processos Exotérmicos e Endotérmicos

A definição desses conceitos está amparada por Barros (2009), o qual diz em seu artigo que os processos exotérmicos ocorrem com liberação de energia do sistema para a vizinhança e os processos endotérmicos, com absorção de energia da vizinhança. Segundo Barros (2009), sistema é a parte do universo em que estamos interessados, vizinhança é o restante do universo, ou seja, é o que rodeia o sistema. O universo por definição é a soma do sistema com a vizinhança. Essas definições têm como objetivo evidenciar os fluxos e balanços da energia nos processos, que são analisados do ponto de vista do sistema e da vizinhança. E o balanço energético total é feito sobre o universo.

Por exemplo, ao se preparar uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), ocorre um processo exotérmico, pois ocorre com liberação de energia do sistema para a vizinhança. Pode-se fazer uma análise interna desse sistema para explicar o aumento de temperatura, da seguinte forma: uma parte da energia potencial do sistema é transformada em energia cinética (princípio de conservação da energia). Essa transformação aumenta a energia cinética média das moléculas e, como consequência, a temperatura também aumenta. Se essa solução fosse realizada em condições diatérmicas, haveria troca de calor do sistema para a vizinhança até que as temperaturas se iguallassem. Mas se a solução fosse preparada em condições adiabáticas, não haveria troca de calor com a vizinhança e, portanto, se a temperatura inicial do solvente for de 25 °C e, depois do preparo da solução, a temperatura for de 26 °C, essa diferença de temperatura permaneceria. Assim, em condições adiabáticas, a temperatura final do sistema seria maior do que a inicial (BARROS, 2009).

Já o preparo de uma solução de sulfato de potássio (K₂SO₄), que é um processo endotérmico, ocorre com absorção de energia da vizinhança pelo sistema. Barros (2009) explica a diminuição de temperatura do ponto de vista interno desse sistema da seguinte maneira: a energia recebida pelo sistema na forma de calor é transformada em energia potencial, como consequência a energia cinética média diminui e observa-se o abaixamento da temperatura. Se

o processo estiver em condições diatérmicas, a temperatura do sistema irá aumentar até que atinja o equilíbrio térmico com a vizinhança, mas se o processo ocorrer em condições adiabáticas e, por exemplo, a temperatura do solvente for 25 °C e, depois do preparo da solução, a temperatura for de 24 °C, a diferença de temperatura permanecerá. Então, a temperatura final do sistema será menor do que a inicial.

A abordagem desses conceitos termoquímicos possibilita mais tarde facilitar o entendimento dos processos de conservação de energia em um nível submicroscópico, como por exemplo, a vaporização e a condensação da água. Por exemplo, ao colocar um béquer com água em uma fonte de aquecimento até que a água entre em ebulição, essa mudança de fase é chamada de vaporização, mas também pode-se dizer que é um processo endotérmico, pois é necessário que a água líquida absorva energia da vizinhança para passar à fase vapor. No nível submicroscópico, como a temperatura no equilíbrio entre fases (nesse caso Líquido-vapor) não varia, ou seja, sua energia cinética é constante, então a energia absorvida é transformada em energia potencial (energia química), logo a energia interna da água na fase vapor é maior do que na fase líquida (BARROS, 2009).

No processo de condensação da água, ocorre ao contrário da vaporização, aqui a energia é liberada, essa energia é proveniente do reestabelecimento das ligações de hidrogênio, aquelas que foram rompidas na vaporização. Então a energia é devolvida na forma de calor para a vizinhança (BARROS, 2009).

Barros (2009) ainda afirma que:

Não obstante a maioria das leis e dos princípios da Termodinâmica ter sido formulada antes ou de forma independente da teoria atômica, uma explicação molecular dos fenômenos enriquece a compreensão destes e muito contribui para ela. Em especial, a discussão dos aspectos microscópicos permite abordar a dinâmica dos processos de transferência de energia e possibilita a introdução do fator tempo nesses processos. De fato, nossa experiência em sala de aula tem mostrado que, com a discussão dos tópicos abordados neste trabalho, muitas dificuldades tradicionais dos estudantes, no ensino da termoquímica, têm sido mais facilmente solucionadas (BARROS, 2009, p. 244).

O conceito dos processos exotérmicos e endotérmicos devem sempre ser analisados do ponto de vista do fluxo de energia entre o sistema e a vizinhança. A grandeza temperatura deve ser analisada separadamente em cada caso, ou seja, a diminuição e o aumento da temperatura não caracteriza os processos exotérmicos e endotérmicos, pois como nos exemplos citados acima, tem-se que a vaporização ocorre com aumento de temperatura, enquanto o preparo da solução de sulfato de potássio (K_2SO_4) ocorre com diminuição de temperatura, mas nesses dois casos os processos são endotérmicos.

4.4.4 Abordagem introdutória à termoquímica nos livros didáticos do ensino médio

Nessa subseção será resumida a abordagem introdutória no ensino de termoquímica no nível médio de dois livros de química do 2º ano do ensino médio que fazem parte do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) nos anos de 2018, 2019 e 2020. O livro 1 com o título: “Vivá: química: volume 2: ensino médio” da autora Vera Lúcia Duarte de Novais (NOVAIS, 2016) e o livro 2 com o título: “Química – Ciscato, Pereira, Chemello e Proti” dos autores: Carlos Alberto Mattoso Ciscato, Luis Fernando Pereira, Emiliano Chemello e Patrícia Barrientos Proti (CISCATO et al., 2016).

No livro 1, o conteúdo de termoquímica é iniciado problematizando o tema “energias limpas” e seus efeitos no meio ambiente, exemplificando a aplicação da termoquímica na produção dessas energias. O exemplo usado foi a produção de “biogás”, que tem como principal gás o metano (CH_4), podendo ser usado como combustível. A queima desse gás ocorre com liberação de energia, assim esse processo é chamado de exotérmico. Agora se essa energia for utilizada para cozinhar os alimentos, então esse processo ocorre com absorção de energia, assim do ponto de vista de cozinhar os alimentos, o processo é chamado de endotérmico.

Ainda no livro 1 são abordados os efeitos térmicos das reações e seus usos no cotidiano. Por exemplo, no caso de uma pizza assada no forno a lenha, o calor usado nesse processo é proveniente de uma reação química de combustão, na qual o combustível é a lenha. A energia térmica gerada pela combustão de outros combustíveis, como os derivados de petróleo, é usada nos meios de transportes. Já a energia necessária para realizar as funções vitais do corpo humano, bem como realizar as diversas tarefas é gerada por compostos de carbono como carboidratos, proteínas e gorduras.

Antes de definir os processos exotérmicos e endotérmicos, a autora diz que a energia não é nem criada e nem destruída em um processo, mas é transformada, como por exemplo, na reação de combustão da madeira, na qual a energia química é transformada em energia térmica. Depois a autora define que os processos exotérmicos ocorrem com liberação de energia e os endotérmicos com absorção de energia, citando como exemplo as mudanças de estado físico da matéria. Na sequência é explicado o fluxo da energia entre sistema e ambiente.

Por fim, é mostrado o funcionamento básico de um calorímetro e definido sistema aberto, fechado, isolado e adiabático. A parte matemática do cálculo da quantidade de calor foi apresentada pela fórmula, $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ onde Q é a quantidade de calor, m é a massa, c é o calor específico do material e ΔT a diferença de temperatura (final menos inicial).

No livro 2, o conteúdo de termoquímica é iniciado com a abordagem de três combustíveis: gás natural, gás liquefeito de petróleo e biogás, em aspectos sobre como a população os usa no cotidiano, seus processos de fabricação e sua classificação quanto ao critério de energia renovável e não renovável. Depois é apresentado um panorama da matriz energética brasileira, sobre fontes de energias renováveis e não renováveis, seguido de uma discussão sobre as origens, composição química e aspectos ambientais dos três combustíveis citados.

Os autores do segundo livro problematizam sobre o poder calorífico de diferentes combustíveis, partindo de perguntas como: o que é exatamente poder calorífico e como podemos quantificá-lo? E qual seria sua relação com o conceito de calor? Antes de responder, os autores definem matéria como tudo aquilo que existe, possui massa e ocupa lugar no espaço e dizem que energia não possui massa e nem ocupa lugar no espaço, mas pode ter diversas formas (elétrica, nuclear, térmica, gravitacional, entre outras).

Eles relacionam energia térmica com o estado de agitação da matéria (átomos e moléculas), assim definem temperatura como uma grandeza que está diretamente relacionada ao nível submicroscópico da matéria. Calor é definido como uma energia em trânsito transferida entre objetos com diferentes temperaturas e depois explicam que esse conceito foi entendido depois da teoria do calórico proposta na metade do século XIX.

Ainda no livro 2, é comentado sobre um dos primeiros instrumentos para medir a temperatura, que ficou conhecido como “termoscópio”, inventado por Galileu Galilei (1564-1642). Assim, mais tarde chegou-se aos termômetros de mercúrio, que tem como objetivo medir a temperatura a partir da dilatação térmica da substância mercúrio, e hoje as temperaturas são medidas em diferentes escalas, como por exemplo: grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$), grau Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) e Kelvin (K).

Além disso os autores comentam sobre algumas situações do cotidiano que não fazem sentido no contexto científico, uma delas é a famosa frase, “hoje fez muito calor” a outra é citada assim:

Outra situação que possui uma descrição cotidiana incompatível com o contexto científico é o uso do cobertor. Ao contrário do que o conhecimento comum possa indicar, um cobertor não proporciona aquecimento, ele apenas dá a sensação de que se está aquecido ao evitar que o corpo troque energia na forma de calor com o ambiente – ele exerce o papel de isolante térmico (CISCATO *et al.*, 2016, p. 69).

Os processos exotérmicos são definidos como fenômenos que liberam energia e os processos endotérmicos como os que absorvem energia. O calor específico dos materiais é

descrito como a energia necessária para elevar em 1 °C um 1 g desse material, depois assumiu-se que 1kcal = 4,184 kJ.

No fim dessa parte introdutória é feito um esquema para explicar o funcionamento de um calorímetro e o uso da equação matemática $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ onde Q é a quantidade de calor, m é a massa, c é o calor específico do material e ΔT a diferença de temperatura. Além de alguns exercícios resolvidos sobre proporção entre a energia liberada e a massa de combustível queimada e a comparação dos poderes caloríficos de combustíveis.

4.4.5 Abordagem matemática dos conceitos termodinâmicos na graduação

O Primeiro Princípio da termodinâmica diz que a energia interna de um sistema fechado só pode variar mediante trocas de trabalho (w) ou calor (q) com a vizinhança, mas se o sistema for isolado, então a energia interna é constante (BALL, 2011). Matematicamente tem-se que:

$$\Delta U = q + w \quad (1)$$

Para um processo adiabático, não há troca de energia na forma de calor, então $q = 0$, substituindo na equação 1:

$$\Delta U = w \quad (2)$$

A relação do trabalho (w) com as variáveis volume (V) e pressão (P) é definida a partir do conceito de trabalho mecânico.

$$w = F \cdot d \cdot \cos\theta \quad (3)$$

De acordo com Ball (2011) a equação 3 mostra que o trabalho é o resultado da distância (d) percorrida quando uma força (F) for aplicada em um objeto qualquer e o ângulo (θ) desses vetores (F e d). Assume-se que o ângulo θ seja nulo entre os vetores força e distância, então $\cos 0 = 1$. Substituindo na equação (3):

$$w = F \cdot d \quad (4)$$

Como a pressão (P) é definida pela força (F) exercida sobre uma determinada área (A), tem-se que:

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{ou} \quad F = P \cdot A \quad (5)$$

Substituindo a força (F) na equação (4):

$$w = P \cdot A \cdot d \quad (6)$$

Se for escolhido trabalhar com um sistema gasoso para estudar o trabalho (w), então substitui-se o produto $A \cdot d$ por ΔV (variação do volume) na equação (6).

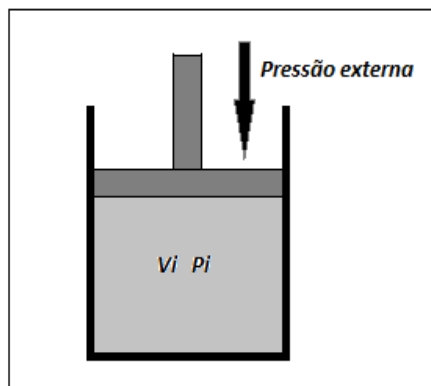
$$w = P \Delta V \quad (7)$$

Considerando o trabalho (w) e a variação do volume (ΔV) infinitesimais, substitui-se na equação (7):

$$dw = PdV \quad (8)$$

Vamos admitir um sistema gasoso contido em um recipiente fechado por um pistão móvel sem atrito, conforme a figura 2.

Figura 2: Representação de um sistema gasoso contido por um pistão sem atrito.



Fonte: (BALL, 2011, p. 25)

Nesse sistema tem-se duas possibilidades:

- i. Se a pressão externa for maior do que a pressão interna, ocorre compressão, significa que o sistema recebe energia, então $\Delta V < 0$, $w > 0$ e $\Delta U > 0$.
- ii. Se a pressão externa for menor do que a pressão interna, ocorre expansão, sistema perde energia, assim, $\Delta V > 0$, $w < 0$ e $\Delta U < 0$.

O movimento do pistão (figura 2) pode resultar em compressão ou expansão no sistema, caso ele se mova para cima, o sistema realiza trabalho sobre a vizinhança então a energia interna do sistema diminui. Mas se o pistão é movido para baixo, a vizinhança realiza trabalho sobre o sistema, logo a energia interna do sistema aumenta. De acordo com Ball (2011), atribui-se um sinal negativo na equação (8), pois se considera a pressão externa ao sistema para evidenciar que, quando um sistema produz trabalho, ele libera energia para a vizinhança. Assim, por convenção adotada na química, a quantidade de energia liberada pelo sistema é acompanhada de um sinal negativo.

$$dw = -P_{ext}dV \quad (9)$$

Para calcular o trabalho (w) na equação (9) usa-se a integral, nesse caso, da variação de volume (proporcionada pelo movimento do pistão – figura 2), pois se mantém a pressão externa constante:

$$w = -P_{ext} \int dV \quad (10)$$

Integrando a equação (9) nos limites de um volume inicial (V_1) até um volume final (V_2), temos que:

$$w = -P_{ext} \cdot V \Big|_{V_1}^{V_2} \quad (11)$$

Resolvendo a equação (11) chega-se no seguinte resultado, o qual é válido somente para processos isobáricos:

$$w = -P_{ext}(V_2 - V_1) \quad \text{ou simplesmente} \quad w = -P_{ext} \cdot \Delta V \quad (12)$$

Segundo Pilla (2006), o trabalho termodinâmico é definido como a troca de energia entre o sistema e a vizinhança, como resposta a uma força que atua entre eles. Pilla (2006) também afirma que não ocorre trabalho interno na termodinâmica, com isso, todo o trabalho é realizado por forças externas ao sistema. Há apenas variações no sinal (positivo ou negativo), que se convencionam da seguinte forma: a energia liberada do sistema para a vizinhança na forma de trabalho tem sinal negativo, já a energia absorvida da vizinhança para o sistema sob a forma de trabalho tem sinal positivo.

Depois de definir o trabalho termodinâmico, é necessário definir o calor. Para isso, assume-se que o processo ocorra em expansão livre ou sem variação de volume, então $w = 0$ e substituindo na equação 1:

$$\Delta U = q \quad (13)$$

Segundo Ball (2011), a quantidade de calor necessária para variar a temperatura do sistema é diretamente proporcional à massa (m) e à variação de temperatura (ΔT), desde que o sistema não seja isolado.

$$q \propto m \cdot \Delta T \quad (14)$$

A constante de proporcionalidade é definida como calor específico (c), o qual depende da natureza do material. (BALL, 2011)

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (15)$$

Pilla (2006) define o produto da massa (m) com o calor específico (c) como capacidade calorífica (C) que, assim como o calor específico, também depende da natureza do material:

$$q = C \cdot \Delta T \quad (16)$$

Considerando variações infinitesimais de temperatura, tem-se:

$$dq = C \cdot dT \quad (17)$$

Colocando na forma integrada entre limites T_1 e T_2 , mantendo a capacidade calorífica (C) constante nesses limites de integração:

$$q = C_T \int_{T_1}^{T_2} dT \quad (18)$$

A variação da energia interna, trabalho e calor têm a mesma unidade. Mas enquanto a variação de energia interna é uma função de estado, assim é independente da trajetória, trabalho e calor são dependentes da trajetória. Representa-se essa diferença, matematicamente, segundo Ball (2011) como:

$$\int dq = q \quad (19)$$

$$\int dw = w \quad (20)$$

$$\int_{U_1}^{U_2} dU = (U_2 - U_1) = \Delta U \quad (21)$$

Observa-se que os resultados das integrais de calor e trabalho são valores absolutos, diferente do resultado da integral da energia interna, que é a variação entre dois estados.

Quando a energia interna de um sistema varia, mantendo o volume constante, o Primeiro Princípio da termodinâmica pode ser representado como:

$$\Delta U = q_v \quad (22)$$

Geralmente os experimentos em laboratório acontecem com a pressão constante e não com o volume constante, portanto é necessário introduzir outra função de estado, a partir do 1º Princípio, considerando variações infinitesimais.

$$dU = dq + dw \quad (23)$$

Substituindo dw por $-PdV$ na equação (23) e rearranjando os termos:

$$dq = d(U + PV) \quad (24)$$

Define-se $U + PV$ como uma nova função de estado, chamada de entalpia (H):

$$H \equiv U + PV \quad (25)$$

Comparando a equação (24) com a (25), temos:

$$dq = dH \quad (26)$$

Integrando a equação (26), que é válida somente a pressão constante e na ausência de trabalho não expansivo:

$$\Delta H = q_P \quad (27)$$

Segundo Ball (2011), a energia interna é de fundamental importância no entendimento das trocas de energia entre sistema e vizinhança, mas, em se tratando de reações químicas, é mais fácil trabalhar com a variação da entalpia (ΔH). Dessa forma, as reações químicas que ocorrem com liberação de energia são chamadas de reações exotérmicas e seu $\Delta H < 0$, já as reações químicas que ocorrem com absorção de energia, são chamadas de reações endotérmicas, com $\Delta H > 0$.

4.5 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Na Grécia antiga, há aproximadamente 2300 anos, Aristóteles defendia a ideia da experiência como parte integradora na construção do conhecimento universal. A filosofia aristotélica esteve presente na idade média por aqueles que tinham interesse em compreender os fenômenos naturais a partir da observação natural (GIORDAN, 1999).

Para Aristóteles, a abordagem experimental (baseada na observação natural) estava ligada à formação do pensamento, não apenas pelo objeto de estudo em questão (os fenômenos da natureza), mas essencialmente por organizar a estrutura do conhecimento através da investigação. Assim, a experimentação investigativa ou ilustrativa deve fazer parte do ensino de ciências (GIORDAN, 1999).

No século XVII se iniciou a reformulação do conceito experimental, primeiramente por Francis Bacon com a elaboração do método indutivo. Este método consistia em, a partir de várias medições de um dado experimento (caso particular), conduzir a formulações generalizadas, chegando até as leis ou teorias. Como, por exemplo, depois de medir várias vezes a temperatura de ebulição da água ao nível do mar e verificar que a medida era sempre de

100 °C e em seguida medir a temperatura de ebulição da água em uma cidade localizada acima do nível do mar e observar que a temperatura de ebulição da água era de 96,5 °C, poderia então se generalizar essas observações dizendo que a temperatura de ebulição da água é uma função da pressão. Logo, quanto maior a pressão, maior a temperatura de ebulição da água (GIORDAN, 1999).

Seu contemporâneo René Descartes propôs o método dedutivo, o qual era oposto ao método indutivo de Bacon. Simplificadamente, pode-se dizer que o método dedutivo parte de leis ou enunciados gerais, como, por exemplo, a temperatura de ebulição é uma função da pressão atmosférica. A partir desta formulação geral, deduzem-se casos particulares, como, quanto menor a pressão atmosférica, menor será a temperatura de ebulição da água (GIORDAN, 1999).

Ainda no século XVII, a partir do método indutivo de Bacon e do dedutivo de Descartes, Galileu complementa propondo que a experimentação tem um papel fundamental no sentido de fazer ciência, ou seja, o experimento é responsável por legitimar o conhecimento científico. Nesse contexto, esses três pensadores ficaram reconhecidos como fundadores da ciência moderna, ademais eles estruturaram o que conhecemos por método científico (GIORDAN, 1999).

Os experimentos citados na HQ (Apêndice A) foram reproduzidos no laboratório 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-aluno e aluno-aluno conforme explicam Galiazzi e Gonçalves (2004):

A partir do que foi descrito, 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 (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 329).

Segundo Giordan (1999), 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 reproduzidos da HQ são ilustrativos, uma vez que a proposta é de que sejam realizados no laboratório depois da explicação dos conceitos.

5 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi estruturada em três etapas, conforme descrito a seguir.

5.1 ETAPA 1: TIPO DE PESQUISA

Essencialmente tem-se dois tipos de pesquisas, a quantitativa, na qual pretende-se construir modelos matemáticos e dados estatísticos das variáveis de interesse, como por exemplo, desenhos experimentais testes de hipóteses, instrumentos válidos, testes de significância, amostragem, inferência, estatísticas, resumindo-se em quantificar registros e eventos. E a qualitativa, que faz uso de técnicas etnográficas, estudos de caso, antropologia educativa, restringindo-se as observações participativas, significados individuais e contextuais, interpretação, desenvolvimento de hipóteses, podendo fazer uso de uma estatística descritiva (MOREIRA, 2011).

Essa pesquisa é qualitativa, pois possui as seguintes características gerais, de acordo com Moreira (2011):

- *Interpretativa*, o objetivo está centralizado na interpretação dos resultados atingidos pelos sujeitos. Foram interpretadas qualitativamente as respostas dos questionários, pois mesmo que se tenham utilizado, em algumas ocasiões, valores numéricos, a sua análise foi feita qualitativamente, em busca do seu significado, e não estatisticamente.
- *Participativa*, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse e os dados coletados são de natureza qualitativa e analisados de forma correspondente. O autor 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.
- *Naturalista*, o fenômeno ocorre no ambiente natural de trabalho. A pesquisa foi realizada em uma escola pública na cidade de Canoas, região metropolitana de Porto Alegre. Participaram dessa pesquisa duas turmas do segundo ano do ensino médio do turno da noite, totalizando 49 alunos participantes, com idades que variavam de 16 a 23 anos.
- *Fenomenológica*, tem como foco a forma subjetiva das ações do homem, seu mundo, sua vida cotidiana e a relação social. No primeiro momento dessa pesquisa foi entregue aos alunos um questionário, no qual pretendia identificar as concepções sobre os conceitos termoquímicos que os alunos tinham a partir de suas vivências do cotidiano.

- *Interacionista simbólica*, assume que a interação do homem é social e não autônoma, e sua percepção da realidade vem da interação entre indivíduos. Foi observado nas respostas dos questionários que, embora as perguntas fossem as mesmas, suas respostas foram diferentes, devido à percepção individual de interpretar a realidade e tais mudanças podem ser atribuídas à interação dos estudantes com o professor.

Além das características gerais descritas acima, a presente pesquisa tem uma abordagem metodológica de estudo de caso, por ser 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 (YIN, 2001). Ainda pode-se dizer que esta pesquisa tem uma abordagem de uma pesquisa-ação, por objetivar a melhorar a prática no ensino de termoquímica (MOREIRA, 2011).

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.

5.2 ETAPA 2: ELABORAÇÃO DA HQ

Nessa etapa, inicialmente foi pensado em um nome para os quadrinhos, o autor definiu como “Terezito”. Esse nome é atribuído aos alunos da escola onde o autor iniciou sua trajetória docente. Depois decidiu-se o cenário da HQ, que nada melhor do que ela ocorrer na escola em forma de diálogos entre professor e alunos, tendo como personagem principal o Terezito, um aluno, que pelo baixo rendimento em química no primeiro trimestre, teve que recuperar sua nota no segundo. Os outros personagens são: A mãe do Terezito, a Terezinha, o professor Chicão e mais dois alunos, Luaninha e Pedrinho.

Para manter o ineditismo da revista em quadrinhos, bem como a originalidade dos personagens, optou-se por contar com a colaboração de um quadrinista, Carlos Jenisch e seus colaboradores, para criar os cenários e os personagens.

A escolha do conteúdo termoquímica foi feita com base na revisão de literatura, pois nas bases de dados consultadas não se encontrou trabalhos que abordassem conceitos fundamentais de termoquímica por meio de HQ. A HQ está dividida em seis aulas, sendo cada uma com a discussão de um conceito termoquímico conforme a sequência a seguir:

- Aula 1: Conceito de Energia;
- Aula 2: Calor e Temperatura;
- Aula 3: Calor Específico e dois experimentos para diferenciar calor de temperatura;
- Aula 4: Calor Sensível e Latente;
- Aula 5: Processos Endotérmicos e Exotérmicos, definição de sistema, vizinhança e universo;
- Aula 6: Avaliação.

O período de elaboração do texto (roteiro), do cenário, dos personagens e o período de confecção da HQ por parte da gráfica encontram-se no quadro 5.

Quadro 5: Cronograma do processo de elaboração da HQ.

Período	Etapa
De janeiro/2019 até maio/2019	Elaboração do roteiro.
Entre maio e agosto de 2019	Criação do cenário e dos personagens.
De 30 de agosto até 06 de setembro de 2019.	Processo de impressão da HQ

Fonte: Autoria própria.

5.3 ETAPA 3: APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

Antes de utilizar a HQ (Apêndice A), aplicou-se um questionário (Apêndice B) de respostas abertas, para não induzir as respostas dos alunos, e que foi respondido individualmente e sem consulta. O objetivo desse questionário era avaliar o conhecimento prévio dos alunos.

A seguir, cada aluno recebeu um exemplar da revista em quadrinhos, com a HQ elaborada especificamente para este trabalho (Apêndice A), e na sequência foi feita a leitura individual. Durante essa leitura, alguns alunos fizeram comentários sobre suas respectivas respostas no questionário preenchido, como, por exemplo, “*nossa como eu não coloquei isso no questionário*”, “*eu sabia que era essa a resposta*”. Depois dessa discussão sobre suas

respostas, realizou-se a leitura em grupo, sendo que cada aluno leu em voz alta uma página da revista.

Na segunda aula, no formato expositiva dialogada, foi abordado o conceito de energia, de acordo com o que foi discutido neste texto na seção 4.4.1. A maior parte da turma desconhecia o significado científico de energia. Houve muitos questionamentos em relação ao não usar essa terminologia do cotidiano. Depois procurou-se mostrar aos alunos as duas unidades de energia mais usadas (Joule e Calorias), sendo possível converter uma em outra e vice-versa, explicando que o “k” (grafado em minúsculo) na frente de “cal” nos rótulos dos alimentos significa o número mil. Na parte final dessa aula foram explicados teoricamente os significados de calor e de temperatura segundo a termodinâmica, de acordo com o que foi mostrado na seção 4.4.2.

Na aula seguinte os alunos foram para o laboratório, onde seriam realizados os experimentos 1 e 2 da HQ. Os roteiros desses experimentos encontram-se, respectivamente, nos Apêndices C e D. Nessa parte os alunos mostraram-se bastante interessados com a realização dos experimentos. Todos os alunos fizeram o experimento do Apêndice C e o experimento do Apêndice D foi realizado pelo professor.

O experimento 3, para diferenciar calor sensível de calor latente, bem como enfatizar que o calor só ocorre com diferença de temperatura, encontra-se no Apêndice E. O professor preparou o banho-maria, e os alunos, observando o experimento, fizeram muitas perguntas referentes ao fato de a água do tubo de ensaio não entrar no estado de ebulição.

Por fim, foi realizado o experimento 4, conforme apêndice F, cujo objetivo era o de que os alunos percebessem, experimentalmente, a diferença entre um processo endotérmico e um processo exotérmico. A turma foi dividida em grupos com quatro alunos, onde cada grupo preparou duas soluções: a de sulfato de potássio, na qual ocorre um processo endotérmico, e a de hidróxido de sódio, na qual ocorre um processo exotérmico.

A última aula foi destinada ao preenchimento, de forma individual e com consulta ao material usado em sala de aula, do questionário 2 (apêndice G) no qual os alunos avaliaram a HQ. Na mesma aula foi respondido ainda o questionário 3 (apêndice H), agora sem consulta e também individualmente, que foi destinado a avaliar a utilização da HQ para trabalhar os conceitos de termoquímica.

Um breve resumo do cronograma da aplicação da HQ em sala de aula encontra-se no quadro 6.

Quadro 6: Cronograma de aplicação da HQ.

Quantidade de aulas	Duração de cada aula	Planejamento
Aula 1	80 min	<ul style="list-style-type: none"> • Responder questionário 1 (Apêndice B); • Leitura individual da HQ (Apêndice A); • Leitura em grupo.
Aula 2	80 min	<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"> • Realização dos experimentos 1 e 2 (Apêndices C e D).
Aula 4	80 min	<ul style="list-style-type: none"> • Realização dos experimentos 3 e 4 (Apêndices E e F).
Aula 5	80 min	<ul style="list-style-type: none"> • Preenchimento do questionário 2 (Apêndice G); • Preenchimento do questionário 3 (Apêndice H).

Fonte: Autoria própria.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

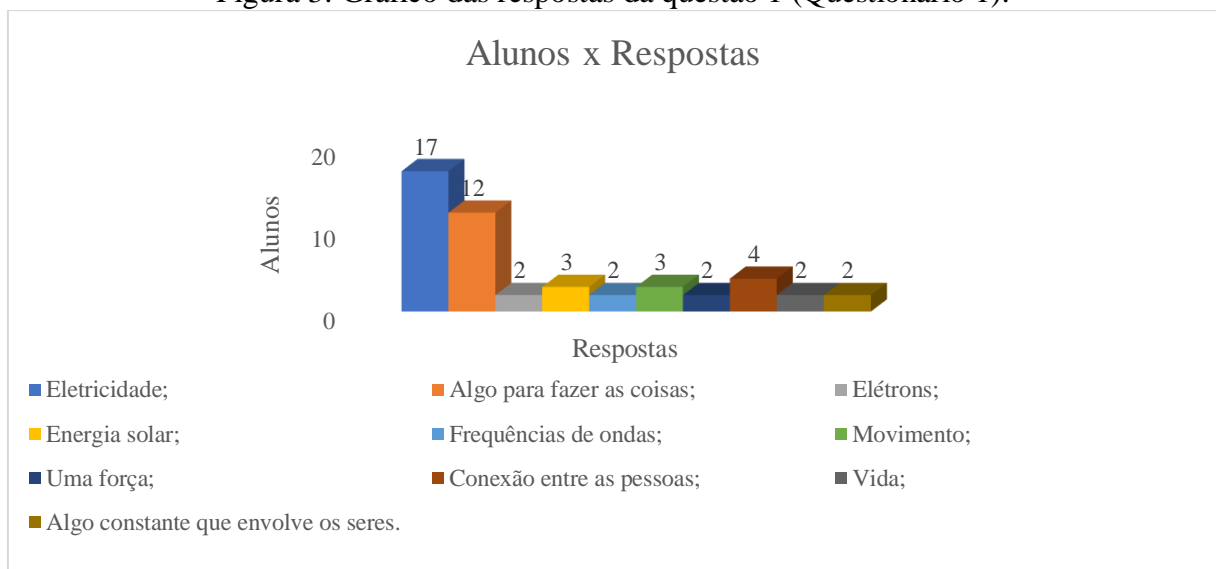
O produto educacional deste mestrado profissional, a HQ, encontra-se no Apêndice A. Já o Guia do Professor, elaborado com a finalidade de orientar o professor que quiser aplicar a HQ em sala de aula, encontra-se no Apêndice I. A discussão dos resultados foi baseada na análise do Diário de Campo do pesquisador e das respostas dos três questionários respondidos pelos estudantes.

6.1 ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS

6.1.1 Questão 1 (Questionário 1)

A primeira questão do questionário 1 (Apêndice B) era a seguinte: “O que é energia?” As respostas dos alunos a esta questão aberta estão representadas na figura 3.

Figura 3: Gráfico das respostas da questão 1 (Questionário 1).



Fonte: Elaborado pelo autor.

As concepções prévias dos alunos são bem amplas, eles definiram energia de dez formas diferentes. Isso era, até certo ponto, esperado, pois conforme Jacques e Alves Filho (2008) afirmam, energia é um dos conceitos amplamente usados não apenas no cotidiano, mas em outras disciplinas do ensino fundamental e médio.

6.1.2 Questão 2 (Questionário 1)

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 4.

Figura 4: Gráfico de respostas da questão 2 (Questionário 1).



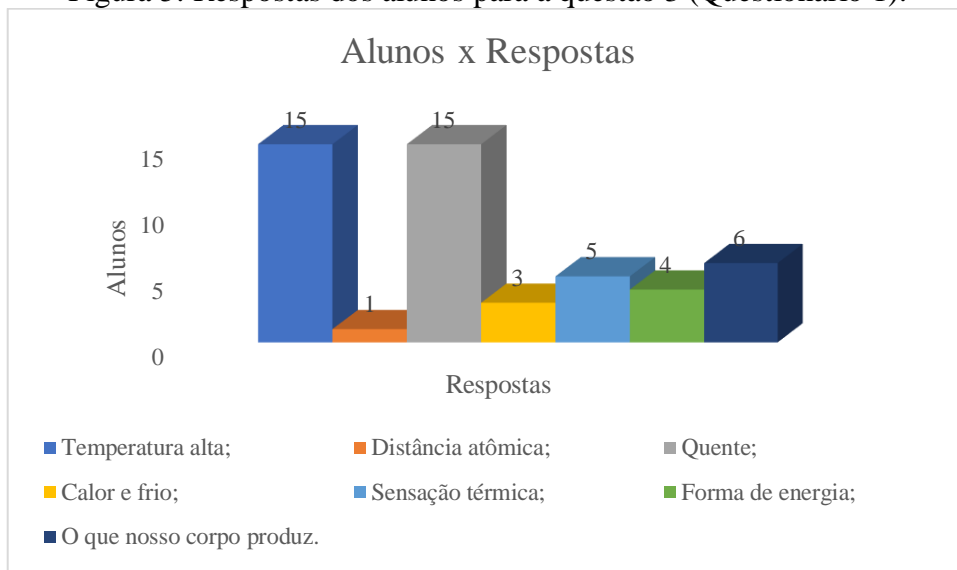
As concepções alternativas de temperatura mostraram-se também amplas, sendo que 10 estudantes atribuíram temperatura a quente ou frio. Isso pode estar relacionado às condições climáticas, pois em dias quentes a temperatura é maior do que nos dias frios, ou seja, na concepção dos estudantes, a temperatura está ligada aos termômetros. (GONÇALVES, 2016)

6.1.3 Questão 3 (Questionário 1)

Esta questão solicitava: “Escreva o que você entende por calor”. O gráfico da figura 5 mostra a distribuição das respostas dos estudantes.

Nota-se que, quando os alunos foram perguntados sobre temperatura, a maior parte deles não relacionou com o calor, mas quando se trata de calor a maioria respondeu que calor está diretamente relacionado a temperaturas altas, similar aos resultados do artigo de Mortimer e Amaral (1998).

Figura 5: Respostas dos alunos para a questão 3 (Questionário 1).



6.1.4 Questão 4 (Questionário 1)

As respostas dos estudantes para a pergunta: “Qual a relação entre temperatura e calor?” são mostradas na figura 6.

Figura 6: Respostas dos alunos para a questão 4 (Questionário 1).

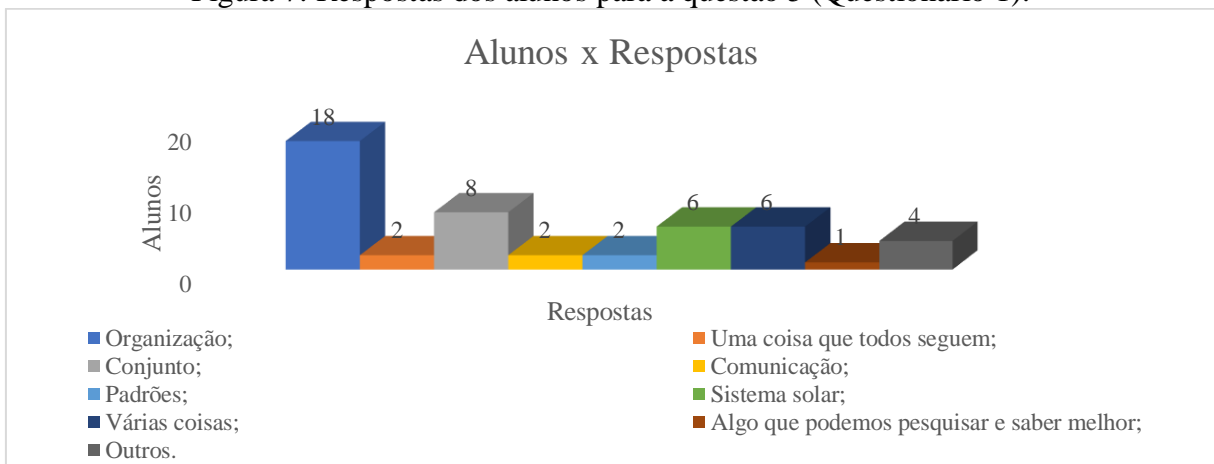


Quase 60% dos alunos (28 alunos) confirmaram os resultados de Mortimer e Amaral (1998) de que os estudantes em geral pensam que quanto maior a temperatura, maior o calor. Essa resposta mostra que a relação entre calor e temperatura está muito enraizada no cotidiano deles, o que indica a necessidade de enfatizar essa relação no contexto da ciência.

6.1.5 Questão 5 (Questionário 1)

Para a pergunta: “O que é sistema?”, os alunos apresentaram as respostas sistematizadas na figura 7. Observa-se que 37% dos alunos entenderam sistema como organização. Esse termo não é muito abordado no nível médio e, no entanto, apenas um aluno respondeu como “algo que podemos pesquisar e saber melhor”, ou seja, dentro do contexto da ciência. As outras respostas estão na figura 7.

Figura 7: Respostas dos alunos para a questão 5 (Questionário 1).

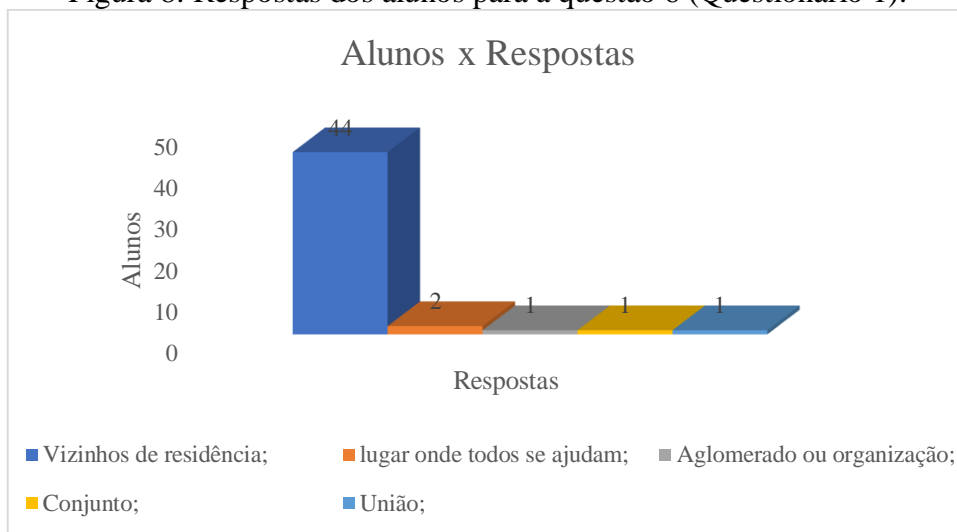


Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.6 Questão 6 (Questionário 1)

As respostas para a pergunta: “O que você entende por vizinhança?” estão na figura 8.

Figura 8: Respostas dos alunos para a questão 6 (Questionário 1).



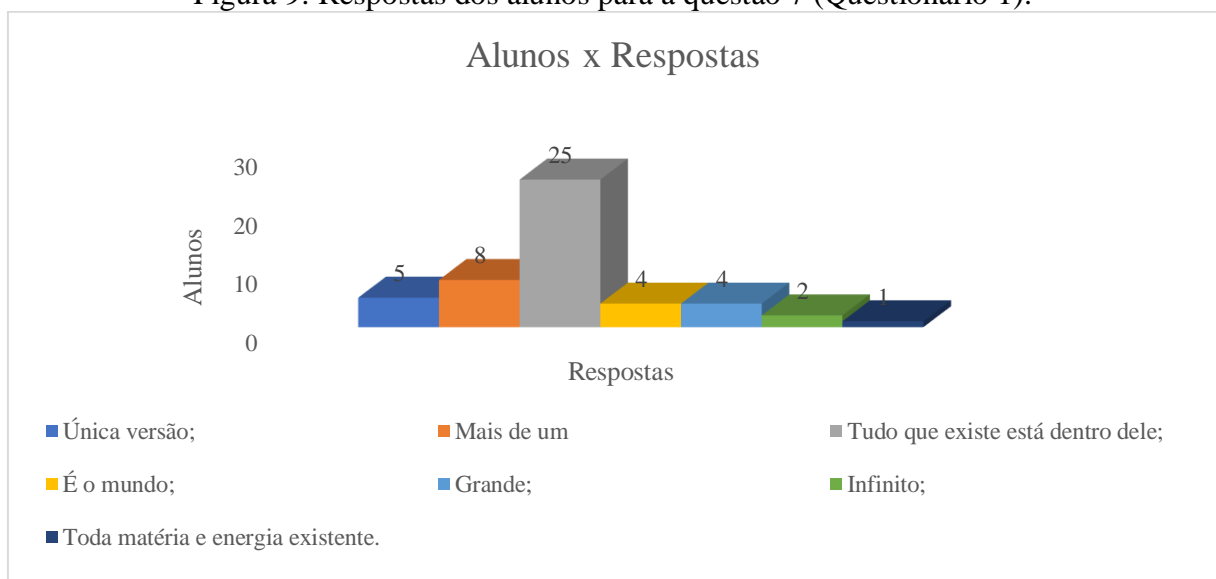
Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse termo, assim como sistema, não é muito explorado nas aulas, explicando dessa forma o alto percentual respondido no contexto do cotidiano como “vizinhos de residência”.

6.1.7 Questão 7 (Questionário 1)

A seguir se perguntou: “Qual o significado da palavra universo?”. As respostas são mostradas na figura 9.

Figura 9: Respostas dos alunos para a questão 7 (Questionário 1).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa última pergunta do primeiro questionário, assim como para sistema e vizinhança, observa-se que o conceito de universo não é trabalhado nas aulas. As respostas foram respondidas de sete maneiras diferentes, sendo todas elas de acordo com o contexto dos alunos.

6.2 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 (Apêndice C), são utilizadas as percepções de quente e frio a partir do tato, consistindo em mergulhar as duas mãos ao mesmo tempo, uma em cada recipiente diferente contendo água, um com temperatura de aproximadamente 5°C e o outro com 40°C. Imediatamente depois mergulha-se as duas mãos, uma em cada recipiente diferente contendo água na temperatura ambiente. Essa atividade teve

como objetivo entender a diferença que existe entre as percepções de quente/frio e temperatura (MORTIMER; AMARAL, 1998).

Observou-se nesse experimento que os alunos “ao mergulharem as mãos imediatamente nos recipientes em temperatura ambiente, após retira-las dos frascos a 5°C e 40°C”, indicaram que embora os recipientes estivessem na temperatura ambiente, as percepções do tato indicavam que eram diferentes, pois os alunos afirmaram dizendo, “*com certeza eles estão em temperaturas diferentes*”. No final do experimento os alunos compreenderam que nem sempre a percepção do tato corresponde com a diferença de temperatura observada nos termômetros.

O segundo experimento proposto na HQ (Apêndice A) relaciona o calor com a diferença de temperatura. Para isso foram feitas duas misturas com água em diferentes temperaturas, conforme o roteiro desse experimento no Apêndice D. Inicialmente perguntou-se aos alunos: “*Em qual das misturas houve a maior quantidade de calor envolvido?*”. Os alunos responderam que “*ah professor, claro que na mistura 2, pois tem uma temperatura maior*”. Depois foi calculada a quantidade de calor em cada mistura, e os alunos acharam “estranho” que a maior quantidade de calor ocorreu na mistura 1, realizada em temperaturas mais baixas, contrariando o pensamento inicial deles. Nesse momento eles perceberam que a quantidade de calor é maior de acordo com a diferença de temperatura em questão e não com a maior temperatura. Considera-se aqui as massas iguais nas misturas.

Com o objetivo de enfatizar que o calor só ocorre entre objetos com diferentes temperaturas, realizou-se o experimento 3 (Apêndice E), popularmente conhecido como “banho-maria”.

Durante a realização desse experimento, explicou-se aos alunos que a água dentro do béquer aquecia à medida em que recebia energia da fonte de calor, ou seja, sua temperatura aumentou gradativamente. Nesse momento definiu-se o calor sensível, que ocorre quando há variação de temperatura.

Ao marcar 100 graus celsius no termômetro, a água do béquer começou a entrar em ebulição, então como a temperatura nesse momento não variou mais, o calor transferido no ponto de ebulição é chamado de calor de vaporização ou calor latente (MORTIMER; AMARAL, 1998).

Já a água dentro do tubo de ensaio, que não recebia diretamente calor da fonte, chegou até os 100 °C e sua temperatura não variou mais. Então, observando os termômetros do tubo de ensaio e o do béquer, fixos na mesma temperatura, mostrou-se aos alunos que a água dentro do tubo de ensaio não entrava em ebulição, porque não havia 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 calor (MORTIMER; AMARAL, 1998).

O professor observou que ao término desse experimento os alunos estavam se expressando da seguinte maneira, “*quando tem diferença de temperatura é sensível e quando não há é latente*”. Essa expressão por parte dos alunos mostram um bom entendimento.

Na parte do preparo das soluções conforme o Apêndice F e descrito na seção 5.3, os alunos compreenderam sem problemas que os processos endotérmicos absorvem energia e que os exotérmicos liberam energia. Mas um aluno A fez a seguinte pergunta, “*se os processos endotérmicos absorvem energia, então não deveriam aumentar a temperatura?*”, foi explicado que embora o processo de preparo da solução de sulfato de potássio ocorra com diminuição instantânea da temperatura, a energia absorvida pela vizinhança é transformada em energia potencial e não em cinética, logo a energia cinética diminui, então a temperatura também diminui.

6.3 OPINIÃO DOS ALUNOS SOBRE A HQ

Para saber qual a opinião dos alunos sobre a história em quadrinhos elaborada pelo autor, utilizou-se um questionário em escala do tipo Likert (questionário 2, Apêndice G), sendo representada da seguinte forma: discordo totalmente (DT), discordo parcialmente (DP), indiferente (I), concordo parcialmente (CP) e concordo totalmente (CT). As respostas estão na tabela 2.

Tabela 2: Opinião dos alunos 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%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando a tabela 2, observa-se que os alunos, em sua maioria, gostam de ler HQs, pois na pergunta “Gosto de ler HQs” a soma de CP com CT representa 76% dos alunos, então pode-se dizer que os alunos estavam familiarizados com a linguagem das HQs. Quando questionados sobre “Já usei HQs em outra(s) aula(s)”, os números mostram que 39% dos alunos 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 alunos sinalizaram que gostaram desse método, o que vai de acordo com as respostas deles na questão “Gosto de ler HQs”. Quando perguntados sobre “Os personagens da HQ eram interessantes”, 70% dos estudantes responderam que sim, isso mostra que, a escolha realista no formato dos personagens foi adequada.

Os alunos 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%. A partir desse resultado pode-se dizer que, a escolha dos nomes para os personagens foram razoáveis. 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 foram de 80%, isto é, tanto as cores quanto o cenário escolar propostos na HQ de certa maneira foram adequados.

O resultado da soma de CT com CP foi de 87% das respostas dos alunos referentes à pergunta “O uso da HQ facilitou o meu entendimento dos conteúdos de termoquímica”. Quer dizer que, usando imagens e texto ao mesmo tempo foram mais atrativas do que usadas separadas, o que colaborou na compreensão deles. Quando perguntados se “Os conceitos termoquímicos abordados foram relevantes”, 92% dos alunos responderam que sim, pois os conceitos estudados eram essencialmente: calor, temperatura, sistema, vizinhança, universo. Ou seja, conceitos que fazem parte do seu cotidiano.

Sobre a pergunta “A linguagem utilizada facilitou meu entendimento” a soma das respostas CP com CT é equivalente a 83%, isto é, a linguagem coloquial utilizada, por estar mais próxima dos alunos ajudou na compreensão.

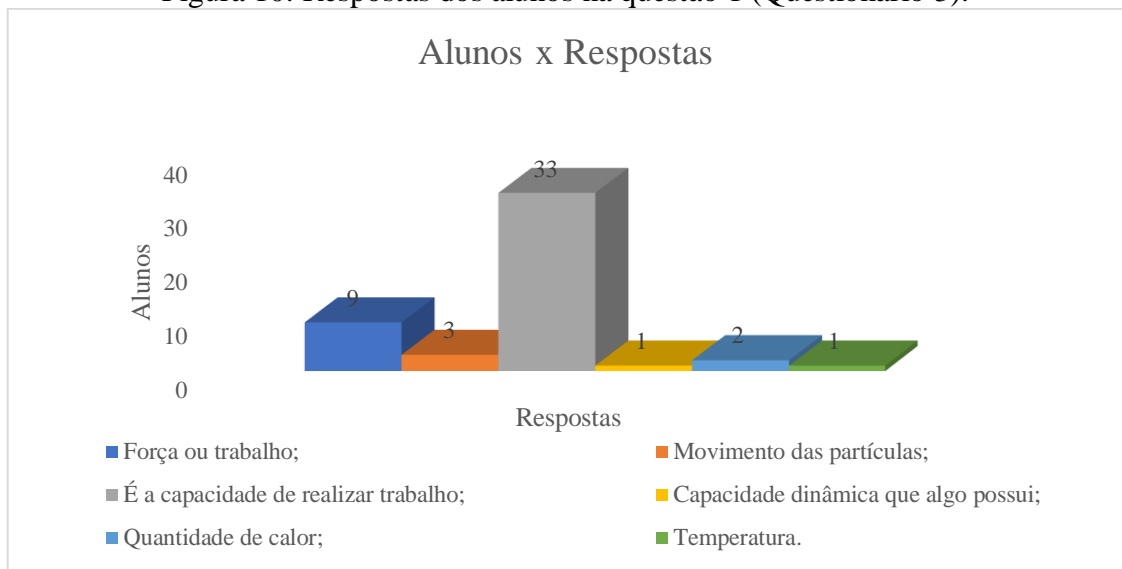
6.4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS APÓS UTILIZAÇÃO DA HQ

O objetivo da aplicação dos quadrinhos era de facilitar a compreensão dos conceitos básicos da termoquímica pelos estudantes pesquisados. Para investigar em que medida isso ocorreu, foi aplicado o questionário 3 (Apêndice H) e as respostas são analisadas a seguir.

6.4.1 Questão 1 (Questionário 3)

A primeira pergunta: “Explique no contexto da ciência o significado de energia” teve suas respostas resumidas na figura 10.

Figura 10: Respostas dos alunos na questão 1 (Questionário 3).



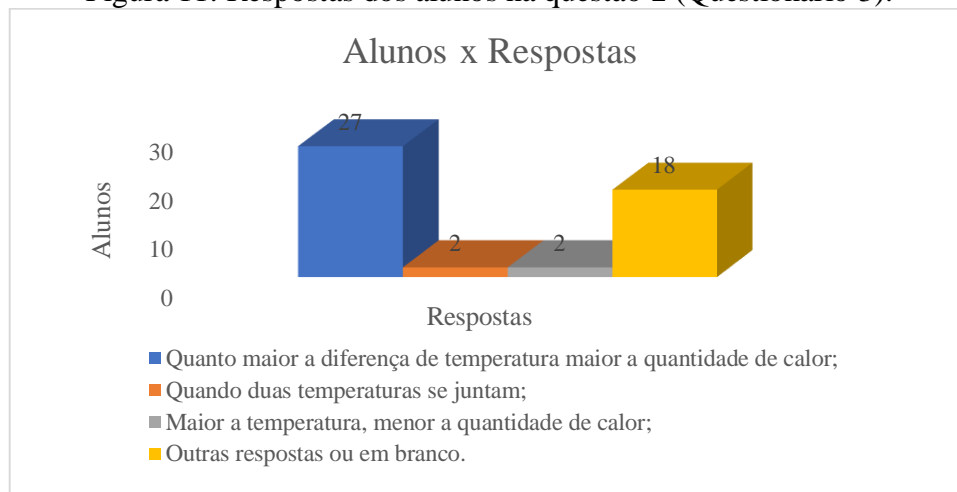
Fonte: Elaborado pelo autor.

O fato de 67% dos alunos terem respondido corretamente que “É a capacidade de realizar trabalho” pode estar relacionado ao uso de imagens e texto juntos, que, de acordo com Santos (2019), possibilita uma melhor aprendizagem em relação ao uso de cada uma delas em separado.

6.4.2 Questão 2 (Questionário 3)

A segunda pergunta solicitava que os estudantes relacionassem calor e temperatura. Suas respostas estão na figura 11.

Figura 11: Respostas dos alunos na questão 2 (Questionário 3).



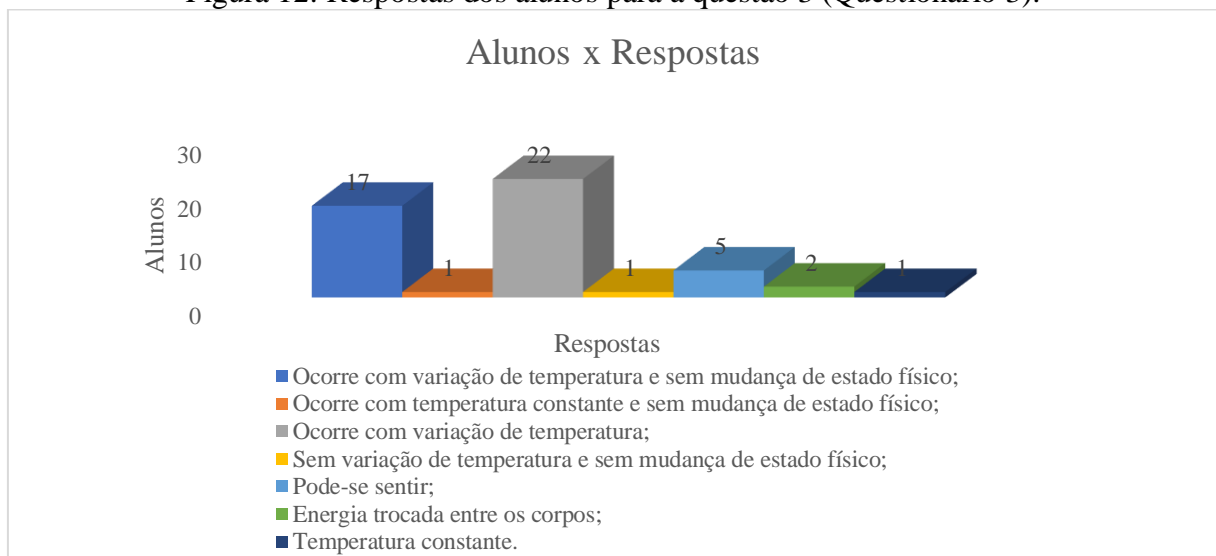
Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora 55% dos estudantes tenham respondido corretamente a relação entre calor e temperatura, 37% deixaram em branco ou responderam definindo os dois separadamente. Assim, mostrou-se o quanto as definições do cotidiano são diferentes do conceito científico e muitas vezes persistem, mesmo depois de se trabalhar o conceito científico. (MORTIMER; AMARAL, 1998)

6.4.3 Questão 3 (Questionário 3)

A próxima pergunta foi: “O que é calor sensível?”. As respostas estão mostradas na Figura 12.

Figura 12: Respostas dos alunos para a questão 3 (Questionário 3).



Fonte: Elaborado pelo autor.

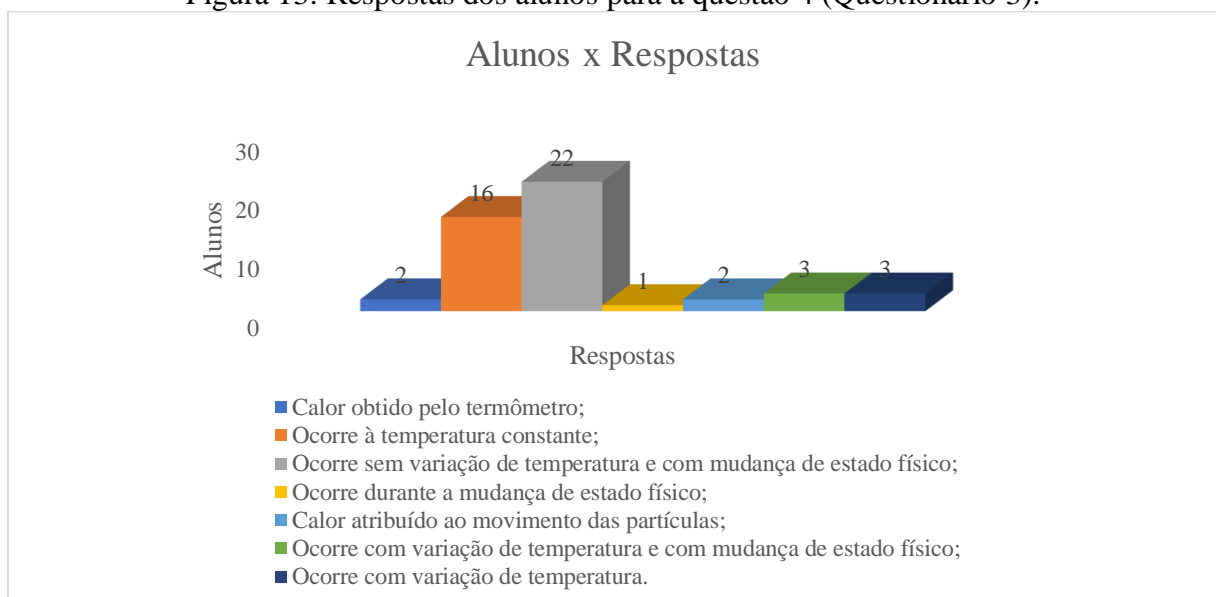
Para explicar essa definição, usou-se uma das atividades propostas por Mortimer e Amaral (1998), o experimento 3, que popularmente é chamado de “banho-maria” (Apêndice E), no qual procurou-se explicar seu conceito na prática. Os resultados expostos na figura 12 são satisfatórios, pois 45% dos alunos responderam “*ocorre com variação de temperatura*” e 35% dos alunos escreveram “*ocorre com variação de temperatura e sem mudança de estado físico*”. Ou seja, 80% dos alunos responderam corretamente, conforme foi explicado, que o calor sensível ocorre com variação de temperatura e sem mudança no estado físico (SILVA, 2005).

6.4.4 Questão 4 (Questionário 3)

A figura 13 mostra as respostas dos estudantes para a pergunta “O que é calor latente?”.

Durante a realização do experimento 3 (Apêndice E), no decorrer do processo de ebulição da água, mostrou-se aos alunos que o termômetro permanecia indicando a temperatura de 100 °C, mas a água na fase líquida que estava no béquer continuava recebendo energia da fonte. Explicou-se, de acordo com Barros (2009), que durante a mudança de fase, nesse caso do líquido para o gasoso, o calor recebido é chamado de latente, isto é, ocorre sem mudança na temperatura e com mudança no estado físico.

Figura 13: Respostas dos alunos para a questão 4 (Questionário 3).



Analisando as respostas dos alunos observa-se que 33% responderam “*ocorre à temperatura constante*” e 45% disseram “*ocorre sem variação de temperatura e com mudança de estado físico*”. Em outras palavras, 78% dos alunos responderam conforme explicado.

6.4.5 Questão 5 (Questionário 3)

A próxima pergunta pedia que os alunos explicassem o que são processos endotérmicos. As respostas obtidas foram categorizadas e o resultado é mostrado na Figura 14.

Figura 14: Respostas dos alunos para a questão 5 (Questionário 3).



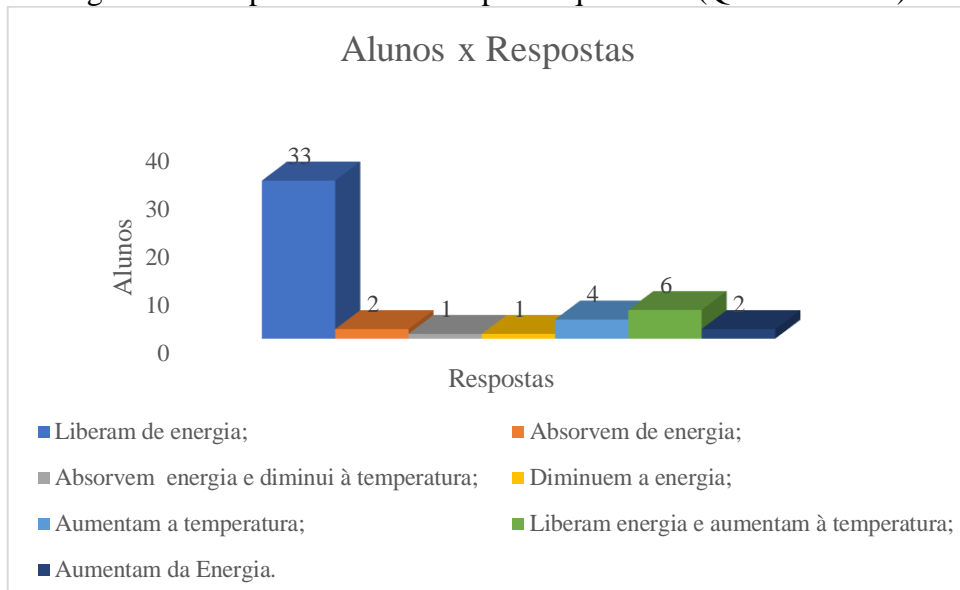
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados apresentados são positivos, pois 67% dos alunos responderam “*são os processos que absorvem energia*”, portanto eles associaram com êxito os processos endotérmicos com a absorção de energia. Observa-se também que 18% dos alunos atribuíram aos processos endotérmicos uma diminuição da temperatura, essa ligação com a diminuição da temperatura é devida a abordagem durante a realização do experimento 4 (Apêndice F), no qual consistia em explicar os processos endotérmicos durante a preparação da solução de sulfato de potássio, que nesse caso ocorreu com diminuição de temperatura.

6.4.6 Questão 6 (Questionário 3)

Já para a pergunta que solicitava que explicassem o que são processos exotérmicos, os resultados foram, de certa forma, semelhantes, como mostra a figura 15.

Figura 15: Respostas dos alunos para a questão 6 (Questionário 3).

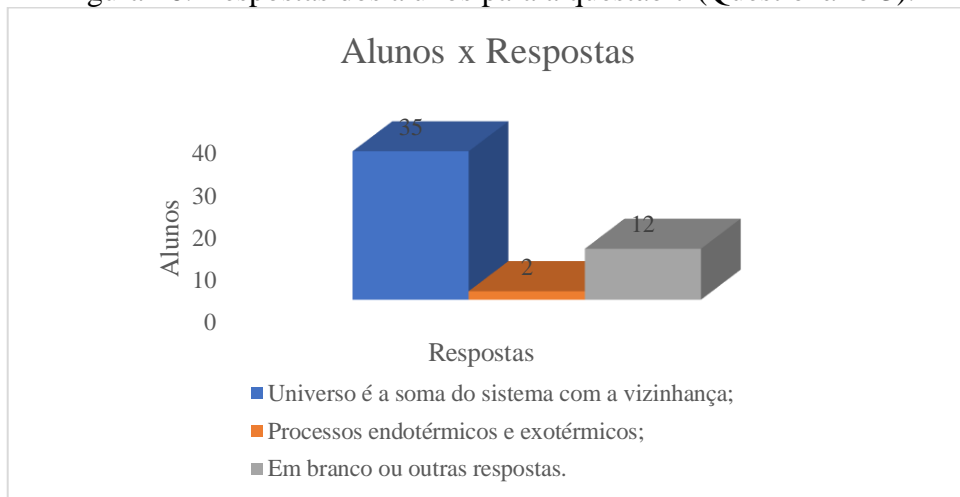


A maior parte dos alunos (67%) compreenderam o significado científico dos processos exotérmicos corretamente, pois responderam que são processos que ocorrem com liberação de energia na forma de calor. Ou seja, a energia sai do sistema, que é o foco da termodinâmica, para a vizinhança, considerado o entorno do sistema.

6.4.7 Questão 7 (Questionário 3)

Por fim, a pergunta 7 solicitava que os alunos relacionassem cientificamente os termos: sistema, vizinhança e universo. A figura 16 mostra o resumo das respostas obtidas.

Figura 16: Respostas dos alunos para a questão 7 (Questionário 3).



Não se encontrou trabalhos, nas bases de dados consultadas, que tratem especificamente do significado científico desses termos, mas os resultados mostraram uma evolução significativa em relação ao questionário inicial, quando comparados com as respostas das questões 5, 6 e 7 do primeiro questionário, no qual os alunos em sua totalidade mostraram que esses termos existiam somente no cotidiano. Com isso pode-se dizer que os alunos perceberam que o fluxo energético sai e entra do sistema ou da vizinhança, mas a energia é sempre conservada, pois estará dentro do universo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de química pode ser feito de diversas formas, dependendo da criatividade de cada professor, nenhuma delas é superior ou inferior às outras, são apenas métodos de ensino diferentes. As pesquisas mostram que não há teoria completamente fechada ou métodos únicos de ensino e de aprendizagem, isso dependerá do público a que se destinam.

A presente pesquisa analisou os resultados da utilização de uma HQ no ensino dos conceitos fundamentais da termoquímica. A HQ, elaborada pelo professor-pesquisador, propôs ensinar esses conceitos em paralelo com os conceitos cotidianos, sempre indicando aos alunos que os dois podem ser considerados corretos, mas seu uso depende de cada contexto. A sequência dos 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 um e três, foi possível verificar que os estudantes melhoraram suas respostas, com isso é possível considerar a utilização de quadrinhos como ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem de termoquímica. Não se estimou um percentual dos alunos que melhoraram suas respostas, pois os dois questionários foram de respostas abertas.

O fato de nem todos os alunos melhorarem suas respostas pode ser devido à complexidade do conteúdo 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.

Com a análise dos resultados do questionário dois, observou-se que 70% dos alunos gostaram de usar revistas em quadrinhos nas aulas. Assim, da mesma forma que Ramos (2017), que acredita que o uso de HQs no ensino de estequiometria seja uma boa estratégia, podemos dizer o mesmo delas para ensinar termoquímica.

8 CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados conclui-se que:

- Os alunos do segundo ano do ensino médio gostaram de usar HQs nas aulas.
- A HQ pode ser um bom material para ensinar os conceitos fundamentais da termoquímica.
- Um pouco menos da metade dos estudantes consideraram os personagens atrativos.
- A revista em quadrinhos pode ser considerada um bom instrumento para ensinar as diferenças conceituais de termoquímica do cotidiano e da ciência.

Entende-se que a história em quadrinhos elaborada, que é o produto educacional da presente dissertação de mestrado profissional, abordou todos os conceitos definidos como básicos no estudo da termoquímica. Com os resultados apresentados, pode-se dizer que a HQ cumpriu com seu principal objetivo, o de auxiliar na construção de uma base sólida, a qual poderá facilitar o ensino dos próximos conteúdos de termoquímica.

REFERÊNCIAS

- AIROLDI, C.; CHAGAS, A. P.; OLIVEIRA, O. A. D. A Termoquímica do sistema (cloreto de cobalto II + acetonitrila): Uma comparação de técnicas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, p. 82-83, Julho 1983.
- AQUINO, F. F.; FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI-FILHO, E.; BENEDETTI, L. P. S. Elaboração, aplicação e avaliação de uma HQ sobre conteúdo de história dos modelos atômicos para o ensino de Química. **Orbital: O Jornal Eletrônico de Química**, Campo Grande, n. 1, v. 7, p. 53-58, 2015.
- ARAÚJO, C. D.; SOUZA, E. H. D.; LINS, A. F. Aprendizagem Multimídia: Explorando a Teoria de Richard Mayer. Congresso Nacional de Educação, 2., **Anais [...]** Campina Grande/PB, v. 1, out. 2015. ISSN 2358-8829. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_MD1_SA4_ID937_15082015174004.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2020.
- BALL, D. W. **Físico-Química**. 1ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- BARROS, H. L. D. C. Processos endotérmicos e exotérmicos: Uma visão atômico-molecular. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, v. 31, p. 241-245, nov. 2009.
- BISOGNIN, T. R. **Do internetês ao léxico da escrita dos jovens no orkut**. Dissertação (Mestrado em Letras) - Instituto de Letras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2008.
- BORGES, C. D.; COSTA, D. C. D.; REIS, A. R. D.; MESQUITA, N.; SOARES, M. H. F. B. Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para produção de Histórias em Quadrinhos no contexto da formação de professores de Química. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 15., 2010, Brasília. **Anais [...]**. Disponível em: <<http://www.sbgq.org.br/eneq/xv/resumos/R0432-1.pdf>>. Acesso em 20 jan.2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**, ensino médio. Brasília, DF: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_01_internet.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_01_internet.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- BRASIL. Casa Civil. **Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996**, Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 12 fevereiro 2020.
- CAVALCANTE, K. S. B.; SILVA, F. C.; MACIEL, A. P.; LIMA, J. A. S. J.; RIBEIRO, J. S. D. S.; SANTOS, P. J. C. D.; PINHEIRO, A. E. P. Educação ambiental em Histórias em Quadrinhos: Recurso didático para o ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, v. 37, p. 270-277, nov. 2015.

CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTI, P. B. **Química** - Ciscato, Pereira, Chemello e Proti: volume 2: ensino médio. 1ª. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

COSTA NEGRÃO, F. D.; ARAÚJO, G. R. M. D.; SILVA, L. P. D. O uso de histórias em quadrinhos como metodologia alternativa para o ensino de ligações iônicas. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 15., 2010, Brasília. **Anais [...]**. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0169-1.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2019.

CRESPO, L. T. C.; SANTOS, A. P. B.; ALMEIDA, G. B.; BARRETO, I. N.; SILVA, A. N. Utilização de História em Quadrinhos na divulgação da nanotecnologia e suas aplicações. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0745-1.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2019.

CRUZ, T. M. G. D. S.; SOARES, M. H. F. B. H. Química - Radioatividade e Quadrinhos. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 17., 2014, Ouro Preto. **Anais [...]** p. 2814-2822. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xvii/anais_xvii_eneq.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

DOMINGUES, R. C. P. R.; LAMBACH, M.; HUSSEIN, F. R. G. S.; POMBO, F. M. Z. História em Quadrinhos no ensino de Química na EJA: Uma proposta de recurso didático. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1193-2.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2019.

FERREIRA, M. **A revista Superinteressante, os livros didáticos de Química e os Parâmetros Curriculares Nacionais instituindo "novos" conteúdos escolares em ciências/Química**. Tese (Doutorado em educação) - Faculdade de Educação (FACED/PPGEDU), Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2008.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Produção textual em diferentes gêneros: um caso na formação de professores de química. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 29, n. 2, p. 201-224, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/edur/v29n2/09.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; UCHÔA, A. M. Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos: uma análise do modo de leitura dos estudantes. **Educación Química**, México, p. 87-93, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v26n2/v26n2a3.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

GALIAZZI, M. D. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: Uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, São Paulo, n. 2, v. 27, p. 326-331, 2004.

GAMA, E. J. S.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Avaliando uma história em quadrinhos produzida para o ensino de química e educação ambiental. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 17., 2014, Ouro Preto. **Anais [...]** p. 2612-2622. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xvii/anais_xvii_eneq.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

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

GNOATTO, F.; VIAN, C.; MISTURA, C. M.; OLIVEIRA, D. K.; RESENDE, D. D. M.; SANTOS, K. D. F. D. Trabalhando com histórias em quadrinhos as temáticas e conceitos químicos. *In: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ)*, 33., 2013, Ijuí. **Anais [...]**. Disponível em:

<<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2800>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

GONÇALVES, C. A. D. A. **Caloria dos alimentos: Uma abordagem temática e lúdica para o ensino de termoquímica**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Física. Ouro Preto. 2016.

GONÇALVES, K. M. **Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ensino de ciências: Análise de repositórios disponíveis**. Dissertação (Mestrado em educação em ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2019.

IWATA, A. Y.; LUPETTI, K. O. Mangá "Sigma Pi": uma proposta de quadrinhos para divulgação e ensino de ciências. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 17., 2014, Ouro Preto. **Anais [...]** p. 2857. Disponível em:

<http://www.s bq.org.br/eneq/xvii/anais_xvii_eneq.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

IWATA, A. Y.; LUPETTI, K. O.; RODRIGUES, A. C. M. Histórias de vidro em quadrinhos: A divulgação científica em HQs. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Disponível em:

<<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1497-1.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2019.

JACQUES, V.; ALVES FILHO, J. D. P. O Conceito de Energia: Os Livros Didáticos e as Concepções Alternativas. *In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 11., 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_oconceitodeenergiaoslivr.trabalho.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.

JUNGES, A. L. **Aquecimento global: Uma questão sociocientífica a ser discutida na formação de professores de Física da educação básica**. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2019.

KUNST, R.; TRINDADE, C.; MALINOWSKI, M. H. D. M.; WENZEL, J. S.; LEITE, F. D. A. O uso de Histórias em Quadrinhos para qualificar a prática da leitura e da escrita no ensino de Química. *In: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ)*, 36., 2016, Pelotas. **Anais [...]**. p. 929-935. Disponível em: <<http://edeq.com.br/anais/Anais-36-edeq.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

MAYER, R. E. **Multimedia Learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. 1ª. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 7, p. 30-34, Maio 1998.

NÉBIAS, C. Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas. **Interface** (Botucatu), v. 3, n. 4, p. 133-140, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/icse/v3n4/11.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

NOVAIS, V. L. D. D. **Vivá: Química**: volume 2: ensino médio. 1ª. ed. Curitiba: Positivo, 2016.

OLIVEIRA, R. D. V. L. D.; DELOU, C. M. C.; CÔRTEZ, C. E. D. S. O ensino de estrutura atômica utilizando uma história em quadrinhos inclusiva. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 15., 2010, Brasília. **Anais [...]**. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0302-1.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

OLIVEIRA, R. J. D.; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 8, p. 19-22, Novembro 1998.

PASTORIZA, B. S. **Educação Química em discurso, ou sobre um modo de olhar para a prática da educação química**. Tese (Doutorado em educação em ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2015.

PILLA, L. **Físico-química 1**: Termodinâmica química e equilíbrio químico. 2ª. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

RAMOS, F. D. A. **Ensino de estequiometria para o ensino médio: criação de uma revista de Histórias em Quadrinhos**. Dissertação (Mestrado em educação em ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2017.

RODRIGUES, A. A. D.; QUADROS, A. L. D. O envolvimento dos estudantes em aulas de Ciências por meio da linguagem narrativa das Histórias em Quadrinhos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, v. 40, p. 126-137, Maio 2018.

RODRIGUES, A. A. D.; QUADROS, A. L. D. O uso de Histórias em Quadrinhos no ensino de Química: relatando uma experiência. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 17., 2014, Ouro Preto. **Anais [...]**. p. 1206-1214. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xvii/anais_xvii_eneq.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

SALAPATA, A.; PERES, G. L. A potencialidade do uso de Histórias em Quadrinhos (HQs) como linguagem no processo ensino aprendizagem. *In*: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), 37., 2017, Rio Grande. **Anais [...]**. Disponível em: <<https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s17/ficha-298.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

SANTOS, G. D. Histórias em quadrinhos: Uma proposta de aprendizagem lúdica com alunos do 9º ano nas aulas de Química. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 16., 2012, Salvador. **Anais [...]**. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7437/5259>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

SANTOS, J. S.; GUEDES, J. T.; OLIVEIRA, F. S.; SANTOS, L. D. D. S.; CRUZ, M. C. P. Abordagens do comportamento ácido e básico nas frutas através das Histórias em Quadrinhos

(HQs). *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 17., 2014, Ouro Preto. Anais [...].* p. 2735-2745. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xvii/anais_xvii_eneq.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

SANTOS, P. N. D.; AQUINO, K. A. D. S. Produção de Histórias em Quadrinhos no ensino de Química Orgânica: A Química dos perfumes como temática. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 15., 2010, Brasília. Anais [...].* Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0502-2.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SANTOS, V. J. D. R. M. **A utilização da linguagem dos quadrinhos no ensino de ciências da natureza na educação básica.** Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2019.

SILVA, A. M.; SILVA, S. R. B. Nas teias dos elementos químicos: Ensino de Química através dos quadrinhos. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 18., 2016, Florianópolis. Anais [...].* Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0939-1.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2019.

SILVA, C. M. D.; SORGETZ, C. D.; SANTOS, G. O. P. C. D.; MERTINS, S.; ROBAINA, J. V. L. Produção de Histórias em Quadrinhos no ensino de Química Orgânica. *In: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), 33., 2013, Ijuí. Anais [...].* Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2773>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

SILVA, D. R. **O processo criativo na aprendizagem das transformações químicas: Uma proposta para estudantes construírem novos conhecimentos na educação básica.** Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2014.

SILVA, J. L. D. P. B. Por que não estudar entalpia no ensino médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p. 22-25, Novembro 2005.

SILVA, V. C. D. S.; SANTOS, E. M. S.; SANTOS, W. D. S. D.; WATANABE, Y. N. Produção de Histórias em Quadrinhos para o ensino de Química. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 17., 2014, Ouro Preto. Anais [...].* p. 2907. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xvii/anais_xvii_eneq.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

SOUSA, B. A.; SOUZA, F. A.; SILVA, N. C. L. D.; CUNHA, E. M. F.; ZAN, R. A. Vencendo os obstáculos do ensino de química através de histórias em quadrinhos da Tabela Periódica dos Elementos. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 17., 2014, Ouro Preto. Anais [...].* p. 4199. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xvii/anais_xvii_eneq.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

SOUZA, J.; SILVA, M. S.; MARTINS, L. P. R.; OLIVEIRA, B. R. M. A química dos oceanos como temática para a contextualização. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 18., 2016, Florianópolis. Anais [...].* Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1309-2.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2019.

TAMANINI, T. A. **Interfaces disciplinares: Ensaio e teorizações de práticas educativas para integrar disciplinas no ensino de ciências.** Tese (Doutorado em Educação em

Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2018.

UCHÔA, A. M.; FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Produção e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Química. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, 16., 2012, Salvador. **Anais [...]**. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7825/5550>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

VERGUEIRO, W. et al. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4ª. ed. São Paulo: Contexto, 2018.

VERGUEIRO, W.; RAMOS, P. **Quadrinhos na educação**. São Paulo: Contexto, 2009.

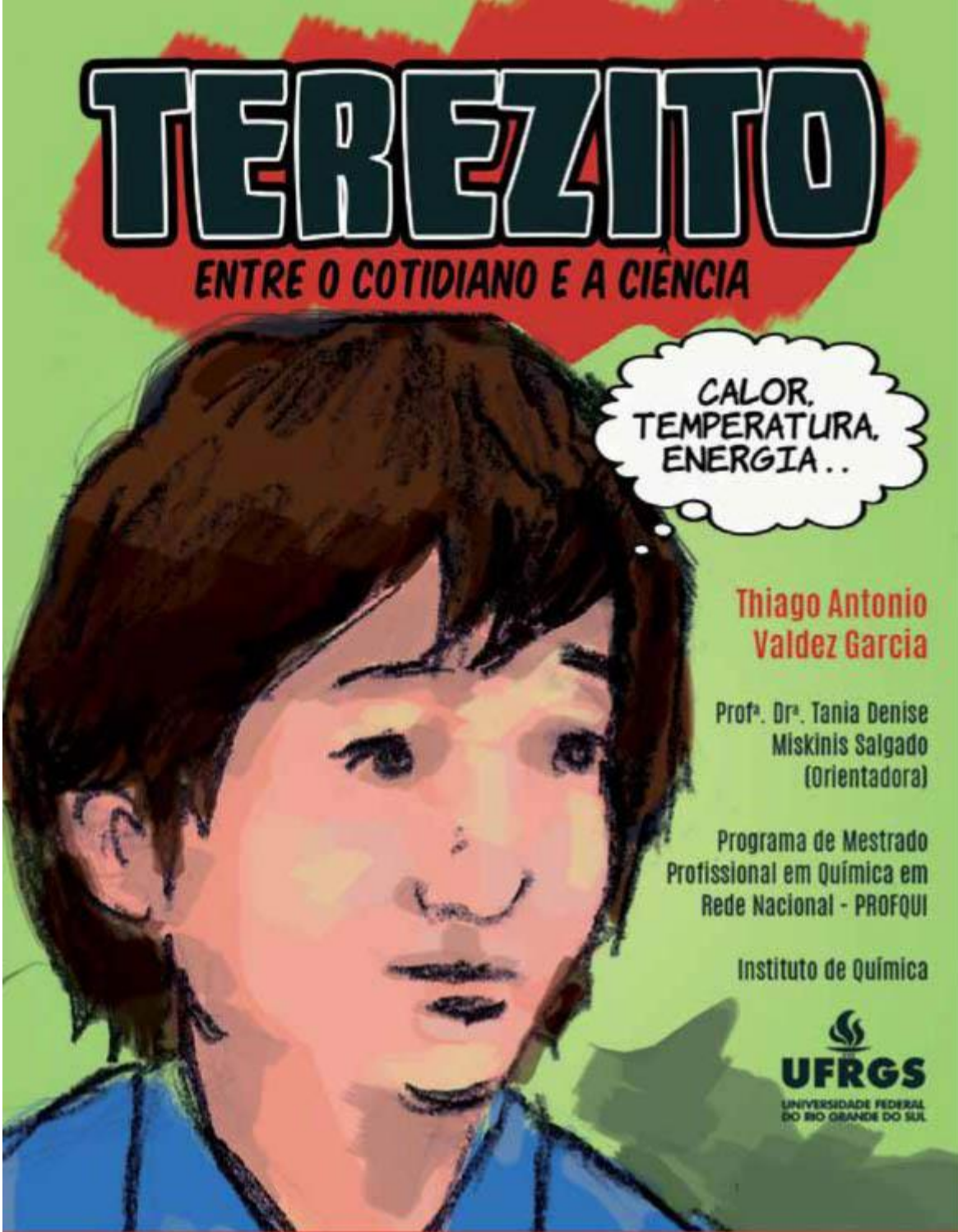
VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 4ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 2ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE A

PRODUTO EDUCACIONAL



TEREZITO

ENTRE O COTIDIANO E A CIENCIA

CALOR,
TEMPERATURA,
ENERGIA...

**Thiago Antonio
Valdez Garcia**

Prof^a. Dr^a. Tania Denise
Miskinis Salgado
(Orientadora)

Programa de Mestrado
Profissional em Química em
Rede Nacional - PROFQUI

Instituto de Química

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

DESCOMPLICANDO OS CONCEITOS BÁSICOS DA TERMOQUÍMICA

TEREZITO: ENTRE O COTIDIANO E A CIÊNCIA

APRESENTAÇÃO

A presente História em Quadrinhos foi elaborada com o intuito de ensinar os conceitos básicos de termoquímica através de uma linguagem coloquial, que está mais próxima dos estudantes de nível médio. Os autores elaboraram esta revista para ser utilizada nas aulas do segundo ano do ensino médio.

Esta revista traz a história de um

aluno que ficou abaixo da média em química no primeiro trimestre, a partir disso, ele inicia o segundo trimestre mais interessado nessa disciplina. Os diálogos entre o professor e os alunos durante as aulas do segundo trimestre são centralizados na definição dos conceitos termoquímicos, como por exemplo: energia, temperatura, calor, processos exotérmicos e endotérmicos.



TEREZITO, MEU FILHO! PEGUEI SEU BOLETIM E VOCÊ FICOU ABAIXO DA MÉDIA EM QUÍMICA. O QUE ACONTECEU?



MÃE, QUÍMICA É DIFÍCIL PRA MIM. NÃO SEI EXPLICAR O QUE ACONTECEU. POSSO VER MEU BOLETIM?



PODE.

NOSSA! BEM ABAIXO DA MÉDIA!



MÃE, PROMETO QUE NO SEGUNDO TRIMESTRE VOU RECLIPERAR ESSA NOTA!



CONFIO EM VOCÊ, FILHO. SEI QUE NÃO VAI ME DECEPCIONAR!







* Oliveira e Santos (1998)

2 - CALORIA MAIS CONHECIDA POR CAL, GERALMENTE O CONTEÚDO ENERGÉTICO DOS ALIMENTOS QUE CONSUMIMOS VEM EXPRESSADOS EM CALORIAS.

ENTENDERAM ESSAS UNIDADES PARA EXPRESSAR ENERGIA, TURMA?

É IGUALZINHO A DA FÍSICA!

É ISSO AÍ! IGUALZINHO A DA FÍSICA.

JOULE,
CALORIA
QUÍMICA
FÍSICA.

OBSERVEM A RELAÇÃO ENTRE JOULE E CALORIA.

$$1 \text{ CAL} = 4,184 \text{ J}$$

OU

$$1 \text{ J} = 0,239 \text{ CAL}$$

TENHO UMA DÚVIDA, PROFESSOR.

DIGA!

POR QUE NOS RÓTULOS DOS ALIMENTOS A LETRA K VEM SEMPRE NA FRENTE DE CAL OU J?





AGORA É A SUA VEZ!

AJUDE O TEREZITO COM SEU TEMA DE CASA.





VAMOS DEFINIR TEMPERATURA

A TEMPERATURA PODE SER DEFINIDA DE DUAS FORMAS, MICROSCOPICAMENTE E MACROSCOPICAMENTE.

MICROSCOPICAMENTE
É A MEDIDA DA AGITAÇÃO TÉRMICA MÉDIA DAS MOLÉCULAS.

MACROSCOPICAMENTE
HÁ UMA GRANDEZA ESCALAR CHAMADA TEMPERATURA, QUE É UMA PROPRIEDADE EM QUE OS SISTEMAS EM EQUILÍBRIO TÉRMICO APRESENTAM EM IGUAL VALOR.





OLHEM PARA O QUADRO. VOU ESCREVER AS DUAS UNIDADES DE TEMPERATURA USADAS NA QUÍMICA.

ESCALAS DE TEMPERATURA
GRAU CELSIUS (°C) E KELVIN (K)

OBSERVAÇÃO:
30°C SE LÊ: TRINTA GRAU CELSIUS
30K SE LÊ: TRINTA KELVIN.



TEM COMO CONVERTER UMA ESCALA EM OUTRA?

TEM SIM/
OBSERVE.

FATOR DE CONVERSÃO

$K \text{ (KELVIN)} =$
 $^{\circ}C \text{ (GRAU CELSIUS)} + 273,15$
OU
 $^{\circ}C \text{ (GRAU CELSIUS)} =$
 $K \text{ (KELVIN)} - 273,15$

ATENÇÃO TURMA!
VIMOS QUE EM ENERGIA,
A LETRA **K** SIMBOLIZAVA
O NÚMERO 1000,
NORMALMENTE USADO ANTES
DE **CAL** OU **J**. MAS QUANDO
ESTAMOS FALANDO DE
TEMPERATURA A LETRA **K**,
EM MAIÚSICULA, REPRESENTA
A ESCALA **KELVIN**.
CUIDADO!



AGORA VAMOS
DEFINIR CALOR!

CALOR É DEFINIDO COMO UMA ENERGIA EM MOVIMENTO, OU SEJA, EM TRÂNSITO, E FLUI DE UM SISTEMA DE MAIOR TEMPERATURA PARA OUTRO DE MENOR TEMPERATURA, QUANDO ESTÃO EM CONTATO.

E SE NÃO HOUVER DIFERENÇA DE TEMPERATURA?

SE NÃO HOUVER DIFERENÇA DE TEMPERATURA, ENTÃO NÃO OCORRERÁ TROCA DE ENERGIA NA FORMA DE CALOR.

ENTÃO QUANDO FALAMOS NO VERÃO "HOJE FEZ CALOR," "QUE CALORÃO" E "NEM ESTÁ TÃO CALOR," NÃO ESTÁ CERTO?

BOA PEDRINHO! A MANEIRA COM A QUAL NOS COMUNICAMOS TEM QUE SER DE FORMA QUE AS OUTRAS PESSOAS ENTENDAM. POR ISSO VOCÊ PODE SE EXPRESSAR ASSIM, MAS NA PROVA DE QUÍMICA A TURMA DEVERÁ USAR OS TERMOS CIENTÍFICOS!

COMO DEVO ESCREVER NA PROVA?

NA PROVA VOCÊS PODEM ESCREVER "QUE O DIA ESTÁ QUENTE" OU "O DIA ESTÁ FRIO".

HM! ALTAS TEMPERATURAS, QUENTE, FRIO, CALOR.



TEMA DE CASA

IMAGINE QUE VOCÊ, EM UM DIA QUENTE, VAI ATÉ A GELADEIRA E PEGA UMA BARRAFA COM ÁGUA. ENTÃO NA COZINHA TEM DOIS TIPOS DE COPOS, UM DE VIDRO E OUTRO DE ALUMÍNIO. QUAL DOS DOIS COPOS VOCÊ ESCOLHERIA PARA TOMAR ÁGUA? EXPLIQUE SEU RACIOCÍNIO.





EXPERIMENTO 1

PARA ESTE EXPERIMENTO UTILIZAREMOS O TATO PARA NOSSAS PERCEPÇÕES DE QUENTE E FRIO.

ESSE EXPERIMENTO FOI ELABORADO POR JOHN TYNDALL NO SÉCULO XIX. ELE CONSISTE EM MERGU LHMOS NOSSAS MÃOS NA ÁGUA A $\pm 5^{\circ}\text{C}$ E OUTRA A $\pm 40^{\circ}\text{C}$ (AO MESMO TEMPO).

DEPOIS IMEDIATAMENTE COLOCA-SE ELAS EM RECIPIENTES DIFERENTES COM ÁGUA NA TEMPERATURA AMBIENTE ($\pm 25^{\circ}\text{C}$)

OK, TURMA! PRECISO DE UM VOLUNTÁRIO. ALGUÉM?



PODE SER EU.



AGORA VOCÊ CONSEGUE RESPONDER: QUAL A VARIÇÃO DE TEMPERATURA EM AMBAS AS MÃOS? AUMENTOU OU DIMINUIU? VOCÊ PODERIA NOS EXPLICAR?



VOU USAR MINHAS PALAVRAS.

QUANDO RETIREI AS MÃOS DOS FRASCOS 1 E 2 E COLOQUEI NOS FRASCOS 3 E 4, SENTI QUE AS TEMPERATURAS DO FRASCO 3 E 4 ERAM DIFERENTES. PODERIA ATÉ AFIRMAR QUE A TEMPERATURA DO FRASCO 3 ERA MAIOR QUE A DO 4.



OBSERVEM A EXPLICAÇÃO, TURMA!

QUANDO O TEREZITO RETIROU A MÃO DO FRASCO 1 E COLOCOU NO FRASCO 3, HOVE UMA TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA NA FORMA DE CALOR, DA ÁGUA (MAIOR TEMPERATURA) PARA A MÃO (MENOR TEMPERATURA).
PODEMOS FALAR QUE A MÃO ABSORVEU O CALOR DA ÁGUA!



EXPERIMENTO 2

O OBJETIVO DESSE EXPERIMENTO É MEDIR A QUANTIDADE DE CALOR E RELACIONAR COM A DIFERENÇA DE TEMPERATURA. PARA ISSO, VAMOS MISTURAR 100ML DE ÁGUA A 20°C COM 100ML DE ÁGUA A 40°C, E DEPOIS REPETIMOS ESSE PROCEDIMENTO PARA A ÁGUA A 60°C E A 70°C*



USANDO A SEGUINTE FÓRMULA:

$$Q = MC\Delta T$$

ONDE:

Q É A QUANTIDADE DE CALOR (ABSORVIDO OU LIBERADO);
 M É A MASSA DA SUBSTÂNCIA;
 C É O CALOR ESPECÍFICO DA SUBSTÂNCIA;
 ΔT É A DIFERENÇA DE TEMPERATURA (FINAL MENOS INICIAL)

*MORTIMER E AMARAL (1998)



DEFININDO CALOR ESPECÍFICO

É A QUANTIDADE DE CALOR PARA QUE 1 GRAMA DESSA SUBSTÂNCIA VARIE DE TEMPERATURA EM 1°C

E O CALOR ESPECÍFICO É O MESMO PARA QUAQUER SUBSTÂNCIA?



NÃO, TEREZITO, CADA SUBSTÂNCIA TEM SEU PRÓPRIO CALOR ESPECÍFICO

CÁLCULO DA QUANTIDADE DE CALOR CONSIDERANDO O PROCESSO ADIABÁTICO

MISTURA 1

(ÁGUA A 20°C COM 40°C)
TEMPERATURA FINAL DA MISTURA É 30°C

$$Q1 = 200.1.(30 - 20)$$

$$Q1 = +2000 \text{ CAL (CALOR RECEBIDO)}$$

$$Q2 = 200.1.(30 - 40)$$

$$Q2 = -2000 \text{ CAL (CALOR LIBERADO)}$$

MISTURA 2

(ÁGUA A 60°C COM 70°C)
TEMPERATURA FINAL DA MISTURA É 65°C

$$Q1 = 200.1.(65 - 60)$$

$$Q1 = +1000 \text{ CAL (CALOR RECEBIDO)}$$

$$Q2 = 200.1.(65 - 70)$$

$$Q2 = -1000 \text{ CAL (CALOR LIBERADO)}$$

OBS.: A QUANTIDADE DE CALOR LIBERADO PELA ÁGUA DE MAIOR TEMPERATURA É RECEBIDO PELA ÁGUA DE MENOR TEMPERATURA, POR ISSO $Q1 = -Q2$. ASSIM NÃO HÁ TROCA DE CALOR ENTRE O SISTEMA E A VIZINHANÇA.



COM ISSO OBSERVAMOS QUE A QUANTIDADE DE CALOR É MAIOR ONDE A VARIÇÃO DE TEMPERATURA (ΔT) É MAIOR



E EU PENSANDO QUE QUANTO MAIOR A TEMPERATURA, MAIOR O CALOR.

GERALMENTE PENSAMOS ASSIM, MAS O CALOR É PROPORCIONAL À DIFERENÇA DE TEMPERATURA



GERALMENTE OS METAIS
TEM UM CALOR ESPECÍFICO
MENOR, ENTÃO ELAS
ESFRIAM E ESQUENTAM MAIS
RAPIDAMENTE. LOGO, A
MELHOR ESCOLHA SERIA
COLOCAR A ÁGUA NO COPO
DE VIDRO
(CALOR ESPECÍFICO MAIOR)



Fonte: Mortimer e Amaral (1998)







RESUMINDO

PROCESSO ENDOTÉRMICO
QUANDO O SISTEMA
ABSORVE ENERGIA (CALOR)
DA VIZINHANÇA.

PROCESSO EXOTÉRMICO
OCORRE PELA LIBERAÇÃO
DE CALOR DO SISTEMA
PARA A VIZINHANÇA.

SISTEMA É O QUE ESTÁ
SENDO ESTUDADO. COMO
POR EXEMPLO, AS DISSOLUÇÕES
QUE FIZEMOS, E A VIZINHANÇA
É TODO O RESTANTE. OK?

OK!

SOR, TEM COMO
EXPLICAR O QUE
SÃO SISTEMA E
VIZINHANÇA?

CLARO!

E O UNIVERSO,
COMO VOCÊS
DEFINEM?

ESTRELAS!

PLANETAS!

GALÁXIAS!

BEM, NA QUÍMICA
DEFINE-SE UNIVERSO
COMO A SOMA DO
SISTEMA COM A
VIZINHANÇA.

UNIVERSO =
SISTEMA + VIZINHANÇA

PESSOAL!
SEMANA QUE VEM
VAMOS FAZER NOSSA
PROVINHA
ESTUDEM!

PRA
QUE
PROVA...

EJ NAO
SEI NADA!





REFERÊNCIAS

- BARROS, H. L. C. Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 241-245, nov. 2009.

- MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 7, p. 30-34, maio 1998.

- OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J. M. A energia e a química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 8, p. 19-22, nov. 1998.

FIM!

TEREZITO

ENTRE O COTIDIANO E A CIÊNCIA

EXPEDIENTE:

Thiago Antonio Valdez Garcia
autoria

Tania Denise Miskinis Salgado
orientadora

Carlos Jenisch
arte e cores

Guilherme Smees
design editorial

INSTITUTO DE QUÍMICA DA UFRGS
Programa de Mestrado Profissional em Química
em Rede Nacional (ProfQui)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)**



APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO 1

Esse instrumento pretende identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos fundamentais da Termoquímica. Sua colaboração nessa pesquisa de mestrado profissional é muito importante. Sua identidade não será revelada. Obrigado.

Nome:	Data:	Turma:
-------	-------	--------

1. Com frequência nos meios de comunicação, “redes sociais” e nas conversas do cotidiano a palavra **ENERGIA** é mencionada. Explique o que você entende do termo **ENERGIA**. Podendo usar exemplos para expressar seu raciocínio.

Leia o trecho abaixo para responder as questões 2, 3 e 4.

Nos últimos anos durante o verão no Rio Grande do Sul, constantemente observamos as **temperaturas** próximas de 40 °C. Com isso as pessoas usam expressões como, por exemplo, “**como o dia está quente**”, “**que calor fez hoje**”, “**nossa que calorão**”, entre outras.

2. Escreva o que você entende por **temperatura**.

3. Escreva o que você entende por **calor**.

4. Qual a relação entre **temperatura e calor**?

5. O que é **sistema**?

6. O que você entende por **vizinhança**?

7. Qual o significado da palavra **universo**?

APÊNDICE C

ROTEIRO DO EXPERIMENTO 1

Objetivo

Compreender que nem sempre a sensação de quente e frio é correspondente com a temperatura real.

Materiais

- 4 béqueres de 500 mL;
- 4 termômetros analógicos;
- Uma chapinha de aquecimento ou similar;
- 500 mL de água a temperatura ambiente;
- 250 mL de água a $\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- 250 mL de água a $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

Procedimento

Colocar aproximadamente 250 mL de água em cada béquer, verificar a temperatura de cada um deles com o termômetro e numerá-los de 1 a 4, sendo 1 para $\pm 5^{\circ}\text{C}$, 2 para $\pm 40^{\circ}\text{C}$ e os 3 e 4 com a temperatura ambiente. Depois cada aluno (um de cada vez) irá colocar as duas mãos ao mesmo tempo nos béqueres com temperatura a $\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $\pm 40^{\circ}\text{C}$, retirá-las e imediatamente colocá-las nos béqueres 3 e 4.

Anotações do aluno:

APÊNDICE D

ROTEIRO DO EXPERIMENTO 2

Objetivo

Calcular a quantidade de calor e relacionar com a diferença de temperatura nas duas misturas.

Materiais

- 2 béqueres de 250 mL;
- 2 termômetros analógicos;
- Uma chapinha de aquecimento;
- Uma caixa de isopor que caiba um béquer dentro;
- Um funil;
- 1 L de água.

Procedimento

Fazer um furo na tampa da caixa de isopor utilizando o funil, depois colocar um dos béqueres dentro da mesma e fechar com a tampa já furada.

Colocar 100 mL de água a 20 °C no béquer que está dentro do isopor, utilizando o funil para não ser necessário retirar a tampa da caixa. Em seguida colocar 100 mL de água a 40 °C (previamente aquecida) no mesmo béquer que está com 100 mL de água a 20 °C, utilizando o funil. Retirá-lo imediatamente e colocar um termômetro pelo orifício da caixa de isopor, observando cuidadosamente a temperatura de equilíbrio da mistura (o que deve levar em torno de 2 a 3 minutos). Anote essa temperatura.

Repita o procedimento, agora utilizando 100 mL de água a 60 °C e 100 mL de água a 70 °C.

Utilizar a fórmula $q = m \cdot c \cdot \Delta T$, onde q é a quantidade de calor (recebido ou liberado), m é a massa da substância (nesse caso da água), c é o calor específico do material (no caso da água = 1cal/g.°C) e ΔT é a diferença de temperatura ($T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$), para calcular a quantidade de calor nas duas misturas.

Anotações do aluno:

APÊNDICE E

ROTEIRO DO EXPERIMENTO 3

Objetivo

Diferenciar calor latente de calor sensível e mostrar que a transferência de energia na forma de calor ocorre somente entre corpos de diferentes temperaturas.

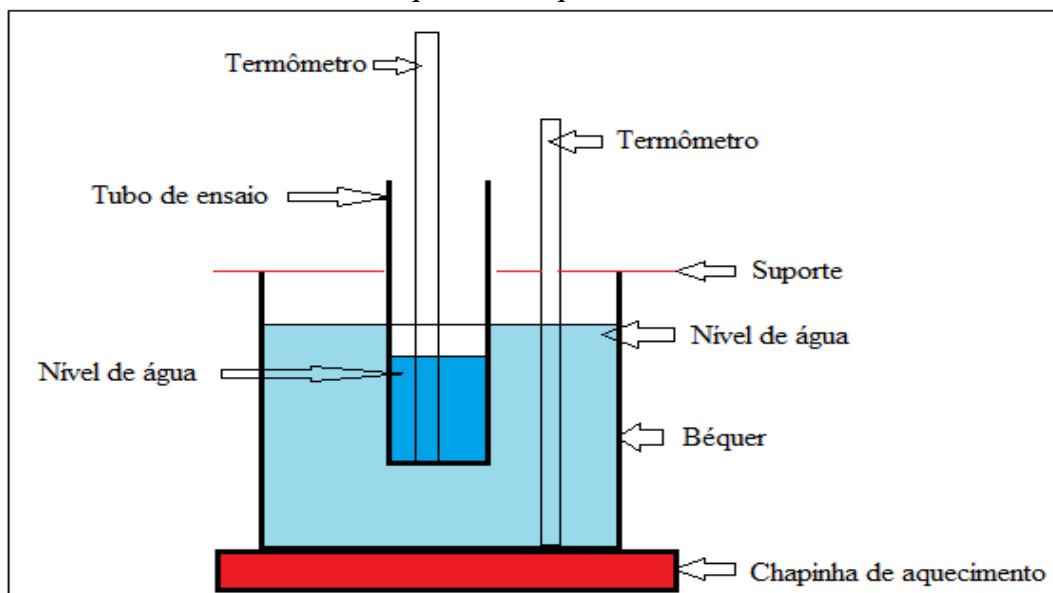
Materiais

- 1 béquer de 500 mL;
- 1 tubo de ensaio;
- 2 termômetros analógicos;
- Uma chapinha de aquecimento;
- 1L de água.

Procedimento

Montar o esquema de aquecimento conforme mostrado abaixo e manter a chapinha de aquecimento ligada.

Esquema de aquecimento



Fonte: Adaptado de Mortimer e Amaral, 1998.

Anotações do aluno:

APÊNDICE F

ROTEIRO DO EXPERIMENTO 4

Objetivo

Definir os conceitos de processos endotérmicos e exotérmicos.

Materiais e Reagentes

- 2 béqueres de 250 mL cada;
- 2 bastões de vidro;
- 2 vidros de relógio;
- 2 espátulas;
- Uma balança;
- 200 mL de água destilada;
- 2 termômetros analógicos;
- 11 g de sulfato de potássio;
- 10 g de hidróxido de sódio.

Procedimento

Colocar 100 mL de água destilada em um béquer. Medir a temperatura inicial da água.

Pesar 10 g de sulfato de potássio (utilizar o vidro de relógio) e colocar no béquer com água. Homogeneizar a solução e medir novamente a temperatura. Comparar a temperatura inicial da água com a da solução.

Proceder de maneira análoga para a solução de hidróxido de sódio (não é necessário ter exatidão nas medidas). Como sugestão, separar a turma em grupos com quatro alunos e pedir para cada grupo preparar as duas soluções.

Anotações do aluno:

APÊNDICE G

QUESTIONÁRIO 2

O objetivo desse questionário é saber a opinião dos alunos sobre a História em Quadrinhos utilizada nas aulas de Química, como instrumento de colaboração da pesquisa de mestrado profissional. Sua identidade não será revelada. Obrigado por colaborar.

Nome:	Data:	Turma:
-------	-------	--------

Para cada afirmação abaixo marque apenas um **x** em uma das alternativas, são atribuídas 5 alternativas para cada questão conforme legenda:

- **Discordo Totalmente – DT**
- **Discordo Parcialmente – DP**
- **Indiferente – I**
- **Concordo Parcialmente – CP**
- **Concordo Totalmente – CT**

Afirmações	DT	DP	I	CP	CT
Gosto de ler HQs.					
Já usei HQs em outra(s) aula(s).					
Gostei da utilizar HQ nas aulas de Química.					
Os personagens da HQ eram interessantes.					
Os nomes dos personagens estavam atrativos.					
O cenário da HQ estava de acordo com a realidade escolar.					
Gostei das cores usadas na HQ.					
O uso da HQ facilitou meu entendimento dos conteúdos de Termoquímica.					
Os conceitos Termoquímicos abordados foram relevantes.					
A linguagem utilizada facilitou meu entendimento.					

APÊNDICE H

QUESTIONÁRIO 3

Avaliação dos alunos após a utilização da HQ. Sua participação é importante para essa pesquisa de mestrado profissional. Sua identidade não será revelada. Obrigado.

Nome:	Data:	Turma:
-------	-------	--------

Todas as perguntas devem ser respondidas de acordo com o contexto da ciência.

1. A palavra **ENERGIA** foi relacionada na HQ entre a linguagem do “cotidiano” e da “ciência”. Explique no contexto da ciência o significado de **ENERGIA**:

2. No **experimento 2** foram feitas duas misturas, uma usando água a 20°C e 40°C e a outra com água a 60°C e 70°C. “A *turma inicialmente pensou que quanto maior a temperatura, maior o calor*”. Mas o experimento mostrou outra relação entre **calor e temperatura**. Explique a relação mostrada pelo experimento.

Para responder as questões 3 e 4, leia o parágrafo abaixo:

No **experimento 3** foi feito um “banho-maria” para explicar a diferença entre **calor sensível e calor latente**. Com base nesse experimento responda.

3. O que é calor sensível?

4. O que é calor latente?

Foram feitas duas soluções no laboratório, a *dissolução em água do sulfato de potássio (K_2SO_4) e do hidróxido de sódio ($NaOH$)*. A partir dessas soluções responda as questões 5 e 6.

5. Explique o que são **processos endotérmicos**.

6. Explique o que são **processos exotérmicos**.

7. Relacione cientificamente os termos: **sistema, vizinhança e universo**.

APÊNDICE I

Mestrado Profissional em Química - PROFQUI

Instituto de Química - UFRGS

GUIA DO PROFESSOR PARA APLICAÇÃO DA HQ

Thiago Antonio Valdez Garcia

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Tania Denise Miskinis Salgado

Porto Alegre - RS

2020

APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a)

Na pesquisa a qual originou o presente Guia do Professor, estudou-se a compreensão dos alunos sobre os conceitos fundamentais da termoquímica, **energia, calor, temperatura, processos exotérmicos e endotérmicos, sistema, vizinhança e universo**, a partir de uma história em quadrinhos (HQ). Os dados foram analisados através de questionários e a discussão dos resultados encontram-se na dissertação de mestrado profissional (PROFQUI) de origem.

Os conceitos básicos da termoquímica ensinados por meio de uma HQ foram fundamentados por: Vergueiro, que é referência da difusão de HQ com finalidade didática; Vygotsky, que em sua obra “Pensamento e Linguagem” diz que os conceitos científicos devem ser ensinados paralelamente aos conceitos cotidianos; e pela Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer, a qual defende que a aprendizagem é mais efetiva quando se usam palavras e imagens ao mesmo tempo, do que usar uma ou outra separadamente.

Este guia tem como objetivo propor um plano de aula para usar a HQ, a qual é indicada para as aulas introdutórias de termoquímica, conteúdo geralmente ensinado no 2º ano do nível médio. O guia contém a HQ, um cronograma de 4 aulas, sendo que cada aula tem a duração prevista de 80 minutos, e um roteiro para cada experimento.

Para que as aulas ocorram da melhor forma possível, é necessário que sejam impressos, para cada aluno, uma HQ e um roteiro dos experimentos. Outra possibilidade, em caso de a escola e os estudantes terem condições, seria utilizar a HQ em formato PDF. Ter o material em mãos antes de iniciar a aula de acordo com este plano é de fundamental importância no uso dessa ferramenta didática.

Essencialmente, no que diz respeito à utilização da HQ, quando houver interesse em utilizá-la em sala de aula, destaca-se a importância de o professor aplicar esse material seguindo a descrição neste guia. Ou seja, aqui você encontrará as informações necessárias para essa finalidade.

AULA 1

Nesta primeira aula o professor(a) deve entregar um exemplar da revista em quadrinhos (HQ) para cada aluno da turma. Depois pede-se para que cada aluno faça a leitura individual da HQ e por fim realizar a leitura em grupo, sendo que se deve escolher um aluno de cada vez para fazer a leitura de uma página ou quadrinho.

Anotações do professor:

AULA 2

No início da aula, entregar para cada aluno uma HQ e seguir a aula com uma explicação teórica do conceito de energia, sugere-se uma aula expositiva dialogada. Como os alunos já leram a HQ na aula anterior, o foco do diálogo deve ser concentrado na diferença dos significados que existe entre os contextos da ciência e do cotidiano. Usando os exemplos que estão na HQ, mostrar aos alunos as duas unidades de energia mais usadas (Joule e Calorias) e mostrar como converter uma em outra.

Na segunda parte desta aula, o professor deve explicar que o “k” na frente de J (Joule) ou cal (caloria) tem grafia em minúsculo e representa o número 1000. Nessa parte, sugere-se usar os rótulos dos alimentos, nos quais geralmente o conteúdo calórico é expressado em “kCal” ou “kJ” e pedir aos alunos para converter a quantidade energética constante em alguns rótulos de alimentos de kJ para kcal e vice-versa. Para finalizar a aula, explicar teoricamente os conceitos de calor e temperatura no contexto da ciência.

Anotações do professor

AULA 3

Antes de iniciar esta aula, o professor deverá providenciar a lista de materiais conforme os roteiros dos experimentos 1 e 2, bem como entregar uma cópia de cada roteiro aos alunos. O objetivo do experimento 1 é possibilitar ao aluno compreender que nem sempre as percepções de quente e frio estão de acordo com os termômetros. O objetivo do experimento 2 é calcular a quantidade de calor e relacionar com a diferença de temperatura nas duas misturas 1 e 2.

Recomenda-se que todos os alunos realizem o experimento 1. No entanto, no experimento 2, o professor deve realizá-lo, enquanto os alunos observam detalhadamente todo o procedimento. Mas se a escola fornecer material suficiente, então todos os alunos podem fazer o experimento. Ainda no segundo experimento, pedir aos alunos, agora individualmente, para que eles calculem a quantidade de calor nas duas misturas, enfatizando que o processo considerado é adiabático, ou seja, não há troca de calor com a vizinhança, implicando que o calor perdido pela amostra de água de maior temperatura é o mesmo recebido pela amostra de água de menor temperatura, nas misturas 1 e 2.

Anotações do professor
