



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CARLOS AUGUSTO LUZ

**O ENSINO DE TERMOQUÍMICA POR MEIO DE HISTÓRIAS
EM QUADRINHOS:
POSSIBILIDADES PARA ABORDAGEM E
PROBLEMATIZAÇÃO DE CONCEITOS**

Londrina
2020

CARLOS AUGUSTO LUZ

**O ENSINO DE TERMOQUÍMICA POR MEIO DE HISTÓRIAS
EM QUADRINHOS:
POSSIBILIDADES PARA ABORDAGEM E
PROBLEMATIZAÇÃO DE CONCEITOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), da Universidade Estadual de Londrina (UEL) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Suzana Lucy Nixdorf

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

LUZ, CARLOS AUGUSTO.

O ENSINO DE TERMOQUÍMICA POR MEIO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS: POSSIBILIDADES PARA ABORDAGEM E PROBLEMATIZAÇÃO DE CONCEITOS / CARLOS AUGUSTO LUZ. - Londrina, 2020.
64 f. : il.

Orientador: SUZANA LUCY NIXDORF.

Dissertação (Mestrado Profissional em Química) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Química, 2020.

Inclui bibliografia.

1. Ensino de Química; Histórias em Quadrinhos; Termoquímica; Concepções Alternativas. - Tese. I. NIXDORF, SUZANA LUCY. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química. III. Título.

CDU 54

CARLOS AUGUSTO LUZ

**O ENSINO DE TERMOQUÍMICA POR MEIO DE HISTÓRIAS
EM QUADRINHOS:
POSSIBILIDADES PARA ABORDAGEM E
PROBLEMATIZAÇÃO DE CONCEITOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), da Universidade Estadual de Londrina (UEL) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Suzana Lucy Nixdorf
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Marcelo Pimentel da Silveira
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Londrina, 27 de outubro de 2020.

**DEDICO ESTA DISSERTAÇÃO AOS MEUS PAIS
LUIZ CARLOS LUZ E ANA MARIA ANDRÉ LUZ,
QUE ME DERAM A VIDA E ME ENSINARAM
A VIVÊ-LA COM DIGNIDADE.**

**MEUS AFILHADOS ARTHUR PERES LUZ
E MIGUEL COSTA ANDRÉ E AOS MEUS PRIMOS,
COMPANHEIROS DE TODAS AS HORAS.**

**AGRADEÇO IMENSAMENTE
À DEUS PELA OPORTUNIDADE
DE VIVER, E DE PODER ENXERGAR
A VIDA COM OUTROS OLHOS
E QUE NA VIDA, TODOS SOMOS
CAPAZES DE RECOMEÇAR.
OBRIGADO JESUS!**



AGRADECIMENTOS

Agradeço o dom da vida, da sabedoria e a graça de poder concluir mais uma etapa de minha vida, muitas vezes cheia de obstáculos, mas que vão sendo superados com a luz que ilumina nossos passos. E hoje quero dizer muito obrigado por tudo que sou e que ainda serei.

Aos meus Pais, que me deram a oportunidade de dar continuidade em meus estudos, e hoje estou aqui, terminando meu tão sonhado curso de pós-graduação em Química.

Aos meus irmãos, sobrinhos, afilhados e primos queridos, pelo companheirismo e compreensão, em geral, pela confiança e motivação, pois sei o quanto foi difícil conviver com tanta ausência, tanta renúncia, impaciência e carinhos interrompidos.

Agradeço a minha orientadora que tive o privilégio de conhecer professora Dra. Suzana Lucy Nixdorf, com quem aprendi muito durante as aulas de Química 2 e que tive a honra de ser seu orientando. Agradeço não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade, pela paciência, ajuda e dedicação para que a realização desse trabalho fosse possível!

Aos professores Dr. Marcelo Maia Cirino e Dr. Prof. Dr. Marcelo Pimentel da Silveira, membros da banca de qualificação e defesa, que também se fizeram excepcionais na arte de serem mestre. Poucos são brilhantes e inspiradores, esse é um diferencial que não vou deixar de seguir.

Aos professores, coordenador e colegas de Curso, meu carinho e gratidão a vocês que souberam, além de transmitir seus conhecimentos, transmitir também sua experiência e apoiar-me em minhas dificuldades.

Por fim, os meus amigos em geral, meu grande amigo professor André Luis Trevisan que me ajudou nesta caminhada, meu amigo Nilson pelas caronas até a Universidade, meus tios Sônia Luz e Sérgio que me acolheram no início desse estudo, ao Colégio que sou professor pela aplicação do trabalho e aos colegas professores em geral, que sempre foram compreensivos comigo.

A todos que, com boa intenção, colaboraram e incentivaram para que eu chegasse ao fim de mais um ciclo de estudo.

Obrigado!

**"PORQUE HÁ ESPERANÇA PARA A ÁRVORE,
QUE, SE FOR CORTADA, AINDA TORNE A BROTAR,
E QUE NÃO Cessem OS SEUS RENOVOS.
AINDA QUE ENVELHEÇA A SUA RAIZ NA TERRA,
E MORRA O SEU TRONCO NO PÓ, CONTUDO AO
CHEIRO DAS ÁGUAS BROTARÁ, E LANÇARÁ RAMOS
COMO UMA PLANTA NOVA" (JÓ, 14: 7 - 9).**



**HOJE O SEU "TRONCO" PODE
ESTAR CAÍDO, ENVELHECIDO, MAS
QUANDO AS ÁGUAS DO ESPÍRITO
VIEREM SOBRE O SEU CORAÇÃO,
AS PESSOAS VERÃO QUE DEUS
ESTÁ NA SUA VIDA.**

LUZ, CARLOS AUGUSTO. **O ensino de termoquímica por meio de histórias em quadrinhos**: possibilidades para abordagem e problematização de conceitos. 2020. 64 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

Considerando que o uso de Histórias em Quadrinhos (HQs) na sala de aula vem ganhando força, devido à necessidade de metodologias que despertem o interesse dos alunos, pode-se utilizar esse recurso, tanto para fins de entretenimento, quanto para a discussão de conceitos científicos. A introdução dos quadrinhos no ambiente escolar tem gerado novos desafios aos educadores, trazendo à tona a necessidade de se compreender melhor possibilidades de utilização deste gênero como recurso didático. Entretanto, ainda são escassas as obras publicadas sobre esse tema, o que leva ao desconhecimento por parte do professor, sobre como aplicar, de forma efetiva, os quadrinhos na sala de aula. No intuito de investigar que contribuições a utilização de HQs pode trazer para o ensino de Química, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial das HQs produzidas pelos alunos para a abordagem e a problematização de conceitos de Termoquímica. Para tal, foi considerada uma experiência em situação real de sala de aula, com o uso de quadrinhos em uma turma do segundo ano do Ensino Médio, na qual o pesquisador é também o professor da turma. Foram selecionadas 8 HQs produzidas pelos alunos, e analisadas com relação aos seguintes parâmetros: caráter criativo, incentivo à pesquisa, uso ou não da linguagem científica, da capacidade de argumentação, utilização dos conceitos químicos implícita e explicitamente e concepções alternativas dos alunos com relação a esses conceitos. Além disso, para cada uma delas, discutiram-se possibilidades de uso e problematização. Destacam-se, como uma das implicações do trabalho, no âmbito da sala de aula, a participação ativa dos alunos que se mostraram motivados e as possibilidades de uso do material como metodologias ativas para contribuir com a alfabetização científica.

Palavras-chave: recurso didático; ensino de química; termoquímica; concepções alternativas; alfabetização científica.

LUZ, CARLOS AUGUSTO. **The teaching of thermochemistry through comics: possibilities for approaching and problematizing concepts.** 2020. 64 p. Masters Dissertation (Professional Master in Chemistry) - State University of Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

Considering that the use of Comic Books in the classroom has been gaining strength, due to the need for the methodologies that has been arisen the interest of students, this resource can be used, both for entertainment purposes and for the discussion of scientific concepts. The introduction of comic books in the school environment has created new challenges for educators, highlighting the need for better understanding the possibilities of using this genre as a didactic resource. However, the published works on this topic are still scarce, which leads to the lack of teacher's knowledge, about how to effectively apply the comic books in the classroom. In order to investigate what contributions the use of HQs can bring to the teaching of Chemistry, the present work aimed to evaluate the potential of HQs produced by students for the approach and problematization of concepts of Thermochemistry. For this, it was considered an experience in a real classroom situation, with the use of comic books in a class of the second year of high school, in which the researcher is also the class teacher. Eight comic books produced by the students have been selected and analyzed with respect according to the following parameters: creative character, incentive to research, use or not of scientific language, the ability to argue, use of chemical concepts implicitly and explicitly and alternative conception of students with respect these concepts. In addition, for each one, possibilities of use and problematization have been discussed. Highlighting, as one of the implications of the work, in the scope of the classroom, the active participation of students who have shown motivated and the possibilities of using the material as active methodologies to contribute to scientific literacy.

Keywords: didactic resource; chemistry teaching; thermochemistry; alternative conceptions; scientific literacy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Conceitos implícitos em uma HQ.	29
Figura 2 – Conceitos químicos personificados.	30
Figura 3 – HQ de forma contextualizada no cotidiano.	31
Figura 4 – Uma HQ sem estrutura padrão.	32
Figura 5 – HQ com problemáticas ambientais em linguagem informal.	32
Figura 6 – HQ com tema explícito.	33
Figura 7 – HQ 1.	35
Figura 8 – HQ 2.	38
Figura 9 – HQ 3.	40
Figura 10 – HQ 4.	44
Figura 11 – HQ 5.	46
Figura 12 – HQ 6.	48
Figura 13 – HQ 7.	51
Figura 14 – HQ 8.	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HQs	Histórias em Quadrinhos
BNCC	Base Nacional comum curricular

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	ASPECTOS DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA	15
2.2	O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE TERMOQUÍMICA.....	17
2.3	AS HQS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	20
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	28
4.1	DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA	28
4.2	APRESENTAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO A PARTIR DAS HQS PRODUZIDAS.....	34
4.3	ANÁLISE DAS HQs PRODUZIDAS.....	57
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

“Quem não compreende um olhar, tampouco compreenderá uma explicação.” (Mario Quintana)

A busca por estratégias que atraiam a atenção dos alunos para o conteúdo desenvolvido em sala de aula e que engajem esses alunos em Ciência, é uma constante no trabalho do professor. Em uma época de tantos estímulos, produzidos via internet por aparelhos eletrônicos – atrair a atenção dos jovens é um verdadeiro desafio. Fatores como esses, quando associados à pouca leitura, às aulas totalmente expositivas, ao uso de linguagem puramente técnica e desvinculada da realidade dos alunos, acentuam esta problemática.

Diante das evidências do pouco interesse, um fato merece destaque: os jovens apreciam quadrinhos e dedicam tempo a essa leitura. Evidência disso é o grande número de publicações do gênero vendido nas bancas. Essas publicações representam um meio no qual o visual e o literário se tocam, ganhando novas nuances e uma nova forma de expressão.

Santos et al. (2017) discutem que as Histórias em Quadrinhos (HQs) podem ser utilizadas para diferentes fins, desde ações de marketing, transmissão de conhecimento, e mesmo como recurso didático. Nesse último caso, as HQs são adaptadas para promover a aprendizagem e, inclusive, proporcionar a alfabetização científica. A expressão “alfabetização científica” é utilizada para indicar um processo em que a pessoa adquire conhecimentos básicos sobre ciência, compreende a sua relação e importância dentro da sociedade e engloba a divulgação científica como uma iniciativa de difusão da ciência para o público em geral (IWATA, LUPETTI, 2015).

Para as autoras supracitadas, as HQs podem servir tanto como um material de alfabetização científica como para a divulgação científica, introduzindo para os alunos os recursos visual e verbal, estimulando a criatividade a partir do desenho e da elaboração do roteiro, incentivando o trabalho em grupo e tornando o aluno responsável por elaborar uma parte da HQ. Santos, Silva e Acioli (2012), apontam que a divulgação e alfabetização científica por meio das HQs constituem uma maneira possivelmente útil e eficaz, já que permite ao leitor não somente imaginar, mas também participar da trama, mesmo que de forma passiva, considerando que se acredita que a leitura de HQs pode despertar o gosto pela leitura.

O uso de HQs na sala de aula tem ganhado força recentemente, devido à necessidade de metodologias que despertem o interesse dos alunos. Segundo a (BNCC) – Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017, p. 472), no âmbito escolar “podem ser criadas situações de trabalho mais colaborativas, que se organizem com base nos interesses dos alunos e favoreçam seu protagonismo”. O documento sugere a criação de possibilidades de articulação entre as áreas do conhecimento por meio de Laboratórios, Oficinas, Clubes, Observatórios, entre outros. Mais especificamente, sugere a organização de espaços de construção coletiva de conhecimentos, técnicas e tecnologias, que possibilitam articulação entre teorias e práticas, por exemplo, a partir da produção de quadrinhos.

Do ponto de vista pedagógico, os quadrinhos são estratégias que permitem ao indivíduo adquirir com mais competência uma nova linguagem. Nas palavras de Luyten (2010, p. 06):

Crianças e adolescentes seguem a história do começo ao final, compreendem seu enredo, seus personagens, a noção de tempo e espaço, sem necessidade de palavras sofisticadas e habilidades de decodificação. As imagens apoiam o texto e dão aos alunos pistas contextuais para o significado da palavra. Os quadrinhos atuam como uma espécie de andaime para o conhecimento do estudante.

Podem ser usados quadrinhos ou tirinhas que sejam criados especialmente para o ensino ou aproveitar situações de produções voltadas puramente para o entretenimento, para discutir conceitos científicos. A BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na qual se insere a disciplina de Química, propõe “focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos alunos a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos dessa área” (BRASIL, 2017, p. 537). Sugere ainda, a criação de condições para que os alunos possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, de modo que possam situá-la enquanto uma das formas de organização do conhecimento, produzido em diferentes contextos históricos e sociais, apropriando-se dessas linguagens específicas.

Segundo Vergueiro e Ramos (2009, p.7) “a presença dos quadrinhos no ambiente escolar – incentivada pelo governo federal – tem gerado novos desafios aos professores e trazido à tona uma adiada necessidade de se compreender melhor a linguagem, seus recursos e obras”. Esses autores apontam ainda que há

poucas obras publicadas sobre esse tema, e essa escassez tem sido determinante para que muitos professores tomem conhecimento ou saibam usar corretamente os quadrinhos na sala de aula.

No caso da Química, o estudo realizado por Kundlatsch e Cortela (2018) em anais de eventos da área, apontou poucos trabalhos vinculados à pesquisa e que são poucos os pesquisadores que se dedicam a estudar esse recurso e publicar a respeito dele. Além disso, a maioria dos trabalhos inclui relatos de experiências e há poucas citações de dissertações e teses, reafirmando que estudos envolvendo esse recurso são embrionárias na área de Ensino de Ciências e Química, o que justifica o interesse nessa temática.

No intuito de investigar que contribuições a utilização de HQs pode trazer para o ensino de Química, em particular da Termoquímica, o presente trabalho se desenvolveu a partir de uma experiência em situação real de sala de aula, com o uso de quadrinhos em uma turma do segundo ano do Ensino Médio. Desse modo, o *objetivo da pesquisa foi avaliar o potencial das HQs produzidas pelos alunos para a abordagem e a problematização de conceitos da Termoquímica*. Como objetivos específicos, elencamos:

- Aplicar HQs em aulas de Química como recurso didático;
- Propor que os alunos produzam HQs baseadas em conceitos da Termoquímica;
- Analisar os conceitos químicos presentes nas HQs produzidas pelos alunos;
- Apresentar possibilidades para abordagem e problematização desses conceitos a partir das HQs produzidas pelos alunos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são apresentados estudos que serviram para justificar a construção deste trabalho, conferindo um suporte teórico para a análise de dados que será apresentada em capítulo posterior. São apresentadas três temáticas: inicialmente aspectos do ensino e aprendizagem de Química e sua conexão com a proposta do trabalho; em seguida, tratamos especificamente do conceito de Termoquímica, nosso foco de discussão, seu significado no âmbito dos documentos curriculares e questões a respeito do seu ensino e, por fim, discutimos as definições de HQs e sua utilização no contexto do ensino de Ciências, fazendo uma revisão do que tem sido produzido e o que os trabalhos revelam sobre o seu uso.

2.1 ASPECTOS DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

A aprendizagem nas disciplinas da área de Ciências, em especial da Química, apresenta dificuldades porque exige dos alunos conhecimentos científicos e matemáticos para a interpretação e busca de soluções para vários problemas (SILVA et al., 2012). O aluno deveria compreender que existem diferentes formas e técnicas para se resolver um exercício, de forma a desenvolver seu senso de interpretação. Mas isso nem sempre ocorre, pois, a maioria dos alunos enxerga os conteúdos com enorme dificuldade e quando há o seu entendimento, os exercícios são resolvidos de maneira mecânica. Muitos deles interpretam a Química como sendo composta majoritariamente por fórmulas e cálculos complexos, difíceis de compreender e aplicar (GONÇALVES; FERNANDES, 2010). Logo, faz-se necessário oferecer aos alunos “*condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema*” (BRASIL, 2017, p. 537).

Segundo Johnstone (1993) e Cassio et al. (2012), há o entendimento de que a Química necessita de uma interação entre os três níveis de representação: macroscópico, microscópico e simbólico. O nível macroscópico pode ser definido como as transformações que conseguimos perceber pelos nossos sentidos, por exemplo, por meio de uma simples observação, como: uma reação de oxirredução, a

desidratação da sacarose, mudanças de cor, entre outros. Quando falamos do microscópico, estamos nos referindo aos constituintes da matéria, sendo esses: átomos, prótons, elétrons, íons, moléculas, ligações, entre outros. O nível simbólico envolve a representação de fenômenos naturais e do universo das partículas em linguagem científica. Entretanto, sabemos que não é fácil articular os níveis envolvidos durante o processo de aprendizagem, mas esse entrelaçamento é necessário para que se compreendam melhor os fenômenos e as teorias a serem estudados. Johnstone (2004) sugere a criação de situações reais que possibilitem a visualização do nível macroscópico, acompanhado da simbologia química pertinente, bem como a utilização de diferentes tipos de recursos, que permitam a compreensão do nível molecular. Assim, as imagens constituem um desses recursos que auxiliam no estabelecimento de relações entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico e o entendimento dos fenômenos químicos.

As imagens desempenham um papel importante no ensino da Química, pois são uma alternativa para minimizar algumas das dificuldades mencionadas anteriormente. O uso de diferentes recursos didáticos e tecnologias que explorem essas imagens, como vídeos, dispositivos eletrônicos, teatro, quadrinhos, entre outros, contribuem para desmistificar essa disciplina como uma Ciência de leis isoladas (COSTA; ORNELAS, 2005). Esses recursos, no entanto, não alteram a concepção de ensino e de aprendizagem do professor, e podem ser usados ainda de forma tradicional.

É necessário assumir que o indivíduo aprende por meio de relações interpessoais, de um modo particular a cada um. Cabe ao professor *“compreender a forma com a qual o aluno mais se identifica em aprender, observando os variados estilos de aprendizagem presentes em uma sala de aula”* (SOUZA; CARDOSO, 2019, p. 10). Assim, as autoras destacam a importância de se levar em consideração os estilos de aprendizagem, no intuito de explicar o motivo pelo qual algumas estratégias de aprendizagem funcionam melhor do que outras em determinadas turmas. Apontam também a relevância de associar os conceitos científicos ao cotidiano dos alunos, envolvendo os conhecimentos prévios que eles trazem e o uso de metodologias de ensino apropriadas, de modo a motivar e dar significado aos conteúdos apresentados.

As Diretrizes Curriculares da Educação Básica para a Química (PARANÁ, 2008) propõem que o ensino dessa disciplina contribua para que o aluno

compreenda os conceitos científicos, entendendo algumas dinâmicas do mundo e mudando sua atitude em relação a ele. Cabe ao professor criar situações de aprendizagem de modo que o aluno pense mais criticamente sobre o mundo, superando a transmissão de conteúdos com base na disposição sequencial do livro didático tradicional e do distanciamento da Química em relação a outros saberes. Também, devem oferecer aos alunos os fundamentos teóricos para que eles se apropriem dos conceitos da Química e do conhecimento científico.

2.2 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE TERMOQUÍMICA

No currículo do estado do Paraná (PARANÁ, 2008, 2012), a disciplina de Química é organizada a partir de três conteúdos estruturantes (*conhecimentos de grande amplitude para identificar e organizar os campos de estudos da disciplina*): Matéria e sua Natureza, Biogeoquímica e Química Sintética.

Nestas diretrizes, sugerem-se que os conteúdos estruturantes e seus respectivos conceitos e categorias de análise sejam tomados como ponto de partida para a organização dos conteúdos curriculares. Na construção do documento, as seleções desses conteúdos foram baseadas no estudo da história da Química enquanto ciência e, também, da disciplina escolar de Química. Para que os alunos possam compreendê-la, determina que os professores retomem tais estudos, pois essa arquitetura curricular pode contribuir para a superação de abordagens e metodologias do ensino tradicional da Química.

Partindo dos conteúdos estruturantes, *“o professor poderá desenvolver com os alunos os conceitos que perpassam o fenômeno em estudo, possibilitando o uso de representações e da linguagem química no entendimento das questões que devem ser compreendidas na sociedade”* (PARANÁ, 2008, p. 57).

No caso do conteúdo estruturante biogeoquímica, o termo é adotado no documento *“como forma de entender as complexas relações existentes entre a matéria viva e não viva da biosfera, suas propriedades e modificações ao longo dos tempos para aproximar ou interligar saberes biológicos, geológicos e químicos”* (PARANÁ, 2008, p.61). Este conteúdo estruturante desmembra-se nos conteúdos básicos de: Soluções, Velocidade das Reações, Equilíbrio Químico, Reações Químicas e Gases, detalhados no Quadro 1.

Quadro 1. Conteúdos básicos e suas expectativas de aprendizagem.

CONTEÚDO ESTRUTURANTE	CONTEÚDOS BÁSICOS	EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM
BIOGEOQUÍMICA	Soluções	<ul style="list-style-type: none"> • Compreenda o conceito de solução e suas aplicações a partir dos desdobramentos deste conteúdo, associando: substâncias, misturas, métodos de separação, solubilidade, concentração, forças intermoleculares. • Diferencie solução, coloide e suspensão. • Entenda os diferentes tipos de concentrações de soluções presentes no cotidiano. • Entenda o conceito de pressão de vapor e reconheça os fatores que podem influenciá-lo. • Conheça as propriedades coligativas das soluções e os fatores que as influenciam. • Conheça o conceito de osmose e pressão osmótica.
	Velocidade das Reações	<ul style="list-style-type: none"> • Identifique as condições necessárias para ocorrência de uma reação química. • Entenda o conceito de velocidade de reação identificando os fatores que a influenciam. • Entenda o conceito de energia de ativação e reconheça a Equação da velocidade de reação.
	Equilíbrio Químico	<ul style="list-style-type: none"> • Compreenda o conceito de equilíbrio químico considerando a reversibilidade das reações químicas frente aos fatores que as influenciam. • Conheça as constantes de equilíbrio. • Reconheça os fatores que afetam o deslocamento do equilíbrio. • Compreenda o conceito de pH, pOH e solução tampão, relacionando-os com o produto iônico da água.
	Reações Químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Compreenda e utilize os conceitos de mol, massa atômica, massa molar e massa molecular utilizando a tabela periódica como instrumento de consulta para a conversão das unidades. • Compreenda os fenômenos de oxidação, redução e os métodos de balanceamento. • Compreenda reação exotérmica e endotérmica, reconhecendo os fatores que influenciam a variação de entalpia de uma reação. • Entenda a Lei de Hess, estabelecendo relações conceituais entre entropia, entalpia e energia livre de Gibbs. • Conceitue pilha e eletrólise a partir de suas semirreações, relacionando suas aplicações no cotidiano.
	Gases	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencie gás e vapor a partir dos estados físicos da matéria, propriedades dos gases, modelo de partículas e as leis dos gases.

Fonte: PARANÁ (2012, p.95-96).

O conteúdo específico “Termoquímica” se refere ao estudo das transferências de calor (energia) que ocorrem durante as transformações químicas e algumas transformações físicas e está vinculado diretamente aos conteúdos básicos da Biogeoquímica. Envolve os conceitos com os quais os alunos usualmente têm

contato nos anos finais do Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências, e no 1º ano do Ensino Médio, tais como: reação de combustão, poder calorífico dos combustíveis, mudanças de estados físicos e fenômenos endotérmicos e exotérmicos. Ao longo do 2º ano do Ensino Médio, esses conceitos serão aprofundados e servirão de pré-requisitos para explorar conceitos mais complexos, tais como: Entalpia (H) e variação de Entalpia (ΔH) em processos químicos, Energia de ativação, Equação da velocidade de reação e a variação de Entalpia em processos químicos que envolvam mais de uma reação.

Em linhas gerais, a termoquímica trata dos conceitos de calor, temperatura e energia, que são unificadores na aprendizagem das Ciências e muitas vezes suas definições são compreendidas pelos alunos de forma incorreta.

Silva (2012) aponta, com base em artigos científicos, que as maiores dificuldades dos alunos na aprendizagem de Termoquímica referem-se à compreensão de conceitos fundamentais como: calor, temperatura, energia interna, entalpia, entropia, energia cinética e potencial associada às partículas. Esses conceitos, segundo o autor, derivam do conceito de energia, mais amplo e unificador. Assim, é necessário que ele esteja bem fundamentado para que o aluno possa avançar na compreensão dos demais.

Entretanto, este conceito é usualmente compreendido de maneira reducionista, atrelado a um único ou a poucos fenômenos (JACQUES, 2008). Além disso, muitos livros didáticos ainda apresentam deficiências e limitações, com abordagens aquém das discussões provenientes de pesquisas em Ensino de Ciências, como as de concepções alternativas.

As concepções alternativas ou espontâneas são conhecimentos que os alunos detêm sobre os fenômenos naturais, geralmente em desacordo com os conceitos científicos e as teorias e leis que servem para descrever o mundo em que vivem (LEÃO; KALHIL, 2005).

Entretanto, essas concepções alternativas, provocadas pelas primeiras experiências e realizadas ainda sem maiores reflexões e sem qualquer análise crítica, muitas vezes constituem-se como obstáculos nos processos de ensino e de aprendizagem das Ciências. Elas devem ser encaradas como construções pessoais, cabendo ao professor procurar conhecê-las, compreendê-las, e valorizá-las para decidir o que fazer e como fazer o seu ensino, ao longo do estudo de um tópico (LEÃO; KHALIL, 2017).

Um exemplo disso ocorre com os conceitos de calor e temperatura (MORTIMER; AMARAL, 1998, 2008; LORENZONI; RECENA, 2017). A literatura descreve três características principais dessas concepções pelos alunos. No senso comum, verifica-se a manifestação de afastamento do conceito científico de calor e de temperatura, que estão intimamente relacionados à forma como nos expressamos sobre esses fenômenos na vida cotidiana. Também é comum o calor ser considerado como atributo dos materiais e estar relacionado diretamente à temperatura. É como se existissem dois tipos de “calor” - o quente e o frio. Um corpo quente possui calor, enquanto um corpo frio possui frio em diferentes objetos ou ao entrar em contato com ambientes diferentes. Essas e outras palavras utilizadas muitas vezes não tem o mesmo significado nos termos científicos, sendo, portanto, de fundamental importância que o aluno aprenda a diferença entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica.

2.3 AS HQS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Em uma definição bastante simplificada, os quadrinhos são formados por dois códigos de signos: a imagem e a linguagem escrita. O hipergênero quadrinhos, na visão de Ramos (2006), abrange todo o filão dos cartuns, charges e caricaturas, bem como as tiras em quadrinhos e as próprias HQs. A bem da verdade, sua raiz se encontra mesmo nas pinturas rupestres, como matriz da vontade humana de criar e elaborar narrativas visuais. Durante bastante tempo, os quadrinhos foram marginalizados e tachados de subarte devido às ideias que foram pregadas a partir da década de 1950. Na língua inglesa, os quadrinhos são chamados até hoje de *comics* evidenciando sua essência humorística (CRUZ, 2015).

São caracterizados como história em quadrinhos ou HQs, se os quadros (cenas) que os compõem estiverem dispostos em uma sequência. Cruz (2015) apresenta algumas caracterizações para as HQs como narrativas sequenciais e/ou série de desenhos representando histórias ou situações. Para a autora, as HQs estão presentes no cotidiano tanto de adultos quanto de crianças, possibilitando entretenimento por meio da leitura, e em geral sendo de fácil compreensão, com elevado grau de criatividade e uso de recursos que incluem textos e desenhos,

balões e personagens interessantes para o envolvimento do leitor.

Segundo Luyten (2010):

Gerações e gerações de crianças cresceram lendo histórias em quadrinhos furtivamente, escondidas dos pais e dos professores, que viam nesta arte um desperdício de tempo e um perigo às mentes dos jovens (LUYTEN, 2010, p. 5).

As HQs tiveram sua veiculação inicial no final do século XIX e versavam sobre temas infantis e o cotidiano de pequenos animais. Assim, estamos acostumados a ler, em forma de HQs, desde histórias dos super-heróis fantásticos até de personagens comuns, que são utilizadas para criticar a política e a situação social do mundo. Uma versão condensada das HQs são as chamadas “tirinhas”, que se popularizaram com a circulação em jornais, e as *graphic novels*, que são aquelas histórias na estrutura de romances ou contos ilustrados nos moldes das HQs (SANTOS; AQUINO, 2010).

As HQs, segundo Araújo (2015), são as formas textuais mais difundidas entre crianças, adolescentes e até mesmo entre os adultos, pois formam um conjunto de textos e desenhos com um grau de sofisticação que prendem a atenção do leitor. Existem algumas características que definem as HQs, tais como, as onomatopeias, os balões, os desenhos em quadros, não tão fácil vocabulário e presença de personagens.

Conforme Vergueiro e Ramos (2009), o uso de HQs como recurso didático era considerado prejudicial aos alunos, sendo visto como uma forma de retirar a sua atenção aos estudos, conhecido apenas como forma de entretenimento. Segundo Pizarro (2009), a aceitação dos quadrinhos em outras esferas sociais (como movimentos sindicais, empresas, indústrias, igreja e outras instituições) levou os educadores a refletirem sobre a maneira com que esse material viria a ser utilizado em sala de aula. Admitiam-se o uso, a leitura e a criação das HQs não só como atividade de divertimento, mas como parte importante do processo de aprendizagem das disciplinas em que se inseriam.

O potencial didático-pedagógico das HQs envolve diversas aplicações, tais como: incentivo à leitura, discussão de conteúdos científicos, uso da dramatização e divulgação científica. As HQs, além de promoverem a prática da leitura por aqueles alunos que não são motivados a ler outro gênero, possibilitam uma aprendizagem diferenciada e marcante para o aluno (LEITE, 2017).

O professor, ao inserir as HQs em seu planejamento, vinculando ao conteúdo

trabalhado e elencando os objetivos de ensino, pode utilizar este recurso didático como forma de estímulo ao aluno e de tornar a sua aula mais interessante (KAWAMOTO; CAMPOS, 2014).

A partir de uma revisão de literatura a respeito do uso desse recurso no ensino de Ciências, as autoras Kawamoto e Campos (2014) elencaram diferentes aspectos dessa utilização. Um aspecto envolve atividades realizadas com este recurso, como o trabalho com leitura; a construção de HQs pelos alunos; e a análise de conteúdos científicos presentes nas HQs. Outro aspecto refere-se às limitações desse recurso, como a imagem distorcida da Ciência presente em seus enredos, como potencialidades a contribuição para a divulgação científica e o ensino de conceitos de forma bem-humorada.

Araújo (2015) elaborou um estado da arte a respeito do uso de HQs no ensino de Química. Os temas encontrados nos trabalhos analisados e que remetem a possibilidades de utilização das HQs como recurso didático foram os seguintes: análise de material já existente, considerando a adequação do seu uso no ensino sem aplicá-lo; divulgação de um material com potencial de ser usado no ensino de Ciências, sem fazer análise ou aplicá-lo; material em quadrinhos apresentado ao aluno; e alunos produzindo seus próprios quadrinhos a partir de um tema sugerido.

A produção de HQs pelos alunos, um dos objetivos deste trabalho, mostra-se como uma ferramenta eficiente no processo de ensino e aprendizagem (IANESKO et al., 2017), oportunizando liberdade para o aluno elaborar sua própria obra, explorar sua *criatividade* e ser roteirista e desenhista de sua história (SANTOS; PEREIRA, 2013). O professor, dessa forma, é o agente que além de introduzir/apresentar conceitos, também pode trabalhar a autonomia de seus alunos, tratando os conceitos científicos por meio de uma linguagem mais familiar a eles.

Em uma proposta envolvendo a Química dos Perfumes, Santos e Aquino (2010) propuseram aos alunos uma pesquisa sobre o gênero das HQs e a produção de tirinhas e histórias divertidas sobre o tema. As análises dessas HQs demonstraram *utilização dos conceitos químicos* discutidos na preparação das histórias como um importante instrumento de *estímulo à pesquisa, à criatividade e como atividade motivadora*. Pereira (2020) investigou a produção de HQs envolvendo o tema elementos químicos como instrumento de avaliação de alunos do 9º ano. Segundo o autor, a produção manuscrita de HQs, com anotação de dúvidas e conceitos sobre o tema proposto possibilitou aos alunos o *desenvolvimento da*

autonomia, do senso crítico, da linguagem científica, da capacidade de argumentação, do raciocínio e da autossuficiência, além da criatividade. Outro estudo envolvendo a produção de HQs no ensino de Química, mais especificamente Reações Químicas Inorgânicas, apontou indícios de aprendizagem significativa do conteúdo e *abordagem de problemáticas sociais* (AMARAL, LOCATELLI, 2019).

Santos e Pereira (2013) realizaram um estudo analisando o uso de oficinas de HQs como atividade introdutória e instrumento de avaliação na disciplina de Ciências. Em uma fase preparatória, os alunos organizados em grupos leram e discutiram características de linguagem e elemento básicos de HQs. Na fase de composição, os grupos escolheram um assunto da disciplina para produzirem uma HQ. A partir do material coletado, as autoras *identificaram as impressões prévias dos alunos quanto aos conceitos envolvidos.*

De modo similar, Francisco Junior e Uchôa (2015) descreveram e analisaram a elaboração e aplicação de uma HQ com o tema Radioatividade. Os resultados apontaram para uma recepção positiva dos alunos quanto à proposta, destacando-se em suas produções o *uso de linguagem diferenciada com imagens e diálogos e a presença de um tema socialmente relevante, sem deixar de lado conceitos químicos.* Gnoatto et al. (2013) analisaram HQs produzidas por alunos do 2º ano do Ensino Médio a partir da temática 'Curiosidade da Química'. Segundo os autores, a utilização deste recurso despertou *o interesse dos alunos pela temática curricular,* que mostrou ser uma *estratégia potencial para abordar determinados conceitos científicos, sendo de fácil acesso para todos.* A abordagem de fatos cotidianos com explicações científicas através das HQs mostrou que *possíveis abstrações desta ciência podem ser mais compreensíveis pelos traços dos desenhos e pelo seu caráter linguístico.*

Finalizando, sintetizamos algumas possibilidades de utilização das HQs na disciplina de Química, a partir dos resultados discutidos ao longo da fundamentação teórica, e alguns (em itálico) que servirão como base para analisar as HQs produzidas pelos alunos. São elas:

- *estímulo à pesquisa, à criatividade e como atividade motivadora;*
- *utilização dos conceitos químicos de forma implícita e explícita;*
- *desenvolvimento da autonomia, do senso crítico, da linguagem científica, da capacidade de argumentação, do raciocínio e da autossuficiência;*
- *abordagem de problemáticas sociais;*

- *identificação das impressões prévias dos alunos quanto aos conceitos envolvidos;*
- *uso de linguagem diferenciada com imagens e diálogos;*
- *o interesse dos alunos pela Química;*
- *estratégia potencial para abordar determinados conceitos científicos, sendo de fácil acesso para todos;*
- *possíveis abstrações desta ciência podem ser mais compreensíveis pelos traços dos desenhos e pelo seu caráter linguístico.*

Assim, retomamos o objetivo apresentado na introdução deste trabalho: avaliar o potencial das HQs produzidas pelos alunos para a abordagem e a problematização de conceitos da Termoquímica. Para tal, descreveremos no capítulo seguinte, o contexto que envolve a aplicação e a produção de HQs por alunos do 2º ano do Ensino Médio, bem como os conceitos químicos presentes e as possibilidades para sua abordagem e problematização.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Enquanto pesquisadores, sabemos da importância de uma metodologia descrever os materiais a serem utilizados (caminhos de investigação) e os procedimentos escolhidos. Neste capítulo, detalhamos o contexto no qual se deu a coleta de dados. Em seguida, apresentamos o modo como estes dados foram analisados.

O estudo que deu origem a esta dissertação segue uma abordagem de pesquisa qualitativa, do tipo interacionista (SANT'ANA, 2010) na qual o pesquisador é também o professor da turma em que as informações foram coletadas durante o processo.

O trabalho foi desenvolvido em um colégio da rede estadual de ensino, na região de Paranavaí, no estado do Paraná. A turma selecionada foi a do 2º ano do Ensino Médio, composta por 20 alunos, com idade entre 15 e 17 anos. Esse número reduzido de alunos é explicado por se tratar de uma escola de pequeno porte, e por todos terem estudado na mesma sala de aula no ano anterior, tendo o autor desta dissertação como seu professor de Química, tanto no 1º ano, quanto no 2º ano do Ensino Médio.

Em sua prática, o professor busca adotar os fundamentos teóricos metodológicos presentes nas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008) na área específica de Química, valorizando o papel ativo do aluno, de modo que se aproprie dos conhecimentos químicos e seja capaz de refletir criticamente sobre o meio em que está inserido. Para tal, procura introduzir o aluno "*na cultura científica, seja no desenvolvimento de práticas experimentais, na análise de situações cotidianas, e ainda na busca de relações da Química com a sociedade e a tecnologia*" (PARANÁ, 2008, p. 52). Isso possibilita que o aluno compreenda o uso do conhecimento científico e tecnológico, para além do domínio exato dos conceitos.

No primeiro mês de aula do ano de 2020, conforme orientações da Secretaria de Educação (SEED-PR), foi realizado o *nivelamento da aprendizagem*, que é uma retomada de conteúdos essenciais do ano anterior. Destacam-se como conteúdos essenciais na disciplina de Química: reação de combustão, poder calorífico dos combustíveis, mudanças de estados físicos, fenômenos químicos e físicos e reações químicas endotérmicas e exotérmicas.

Este trabalho ocorreu por meio de aulas expositivas dialogadas, nas quais o professor incentivava a participação dos alunos durante a discussão, buscando exemplificar os conceitos a partir de situações do seu cotidiano.

A organização das atividades realizadas no *nivelamento da aprendizagem* do mês de fevereiro de 2020 é detalhada no Quadro 2.

Quadro 2. Atividades realizadas no *nivelamento da aprendizagem*.

AULAS (FEVEREIRO 2020)	CONCEITOS ABORDADOS
Aula 1	Mudanças de estados físicos
Aula 2	Processos endotérmicos e exotérmicos
Aula 3	Fenômenos Químicos e Físicos
Aula 4	Reações de Combustão
Aula 5	Relação entre combustível e comburente
Aula 6	Poder calorífico dos combustíveis
Aula 7	Reações químicas endotérmicas
Aula 8	Reações químicas exotérmicas

Fonte: próprio autor.

No segundo mês de aula (março de 2020), foi dado o início propriamente aos estudos da Termoquímica, visto que os conceitos necessários (pré-requisitos) para seu entendimento já haviam sido retomados no mês anterior. Como um dos objetivos da pesquisa era identificar as impressões prévias dos alunos sobre conceitos da Termoquímica, que ainda seriam aprofundados, uma primeira aula foi dedicada à apresentação de definições do referente tema. Na aula seguinte, o professor apresentou algumas HQs que versavam sobre conceitos químicos, no intuito de que os alunos tivessem contato com esse tipo de gênero. Embora estas duas aulas não sejam foco de análise desta dissertação, elas serão detalhadas no capítulo seguinte como forma de contextualizar a pesquisa.

Nas duas aulas seguintes, foi proposto que os alunos elaborassem individualmente HQs com o tema Termoquímica, baseado nas definições iniciais que o professor havia apresentado e nos conceitos que haviam sido retomados ao longo do nivelamento da aprendizagem. Essas HQs foram elaboradas atendendo às indicações feitas pelo professor, sobre quais conceitos deveriam ser abordados e

que elementos deveriam ser contemplados em sua criação. A produção dos alunos durante essa etapa do trabalho é que será objeto de análise nesta dissertação.

Após essa etapa, a intenção do professor era utilizar as HQs produzidas pelos alunos como recurso didático no aprofundamento do estudo da Termoquímica. Entretanto, em função da suspensão das aulas por conta da pandemia do COVID-19 isso não ocorreu. O projeto foi, então, ajustado e apresentou-se uma proposta de utilizar, com base nas 8 HQs produzidas pela turma, das possibilidades para abordagem e problematização desses conceitos. Assim, compilar apontamentos e direcionamentos sobre como abordar conteúdos de Termoquímica por meio das HQs e sugerir questões e atividades para que professores de Química possam trabalhar com seus próprios alunos.

Com o objetivo de analisar os conceitos químicos presentes nas HQs produzidas pelos alunos e, posteriormente, discutir possibilidades de problematizá-los, o material de análise consistiu nessas HQs.

As HQs foram realizadas individualmente e sem a intervenção do professor. Sua produção iniciou-se em sala de aula e foi finalizada em horário extraclasse. Em função da suspensão do calendário escolar, em decorrência da pandemia COVID-19, obteve-se o retorno do trabalho de 12 alunos. Alguns entregaram em papel e outros enviaram fotos para o professor. Considerando o material disponível, algumas dessas produções não tinham qualidade de imagem (difícil visualização e leitura) e, por conta disso, foram descartadas. Assim, foram selecionadas 8 HQs com qualidade de imagem e leitura para serem objeto da análise apresentada no capítulo seguinte.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo está organizado em três partes. Na primeira sessão descrevemos as aulas, nas quais os estudos de Termoquímica foram iniciados. Na segunda parte, apresentamos as HQs produzidas pelos alunos, e compilamos apontamentos e direcionamentos sobre como abordar os conteúdos de Termoquímica por meio delas. E na terceira parte, analisamos as HQs conjuntamente, com base em parâmetros do referencial teórico.

4.1 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

O desenvolvimento das aulas ocorreu em três momentos: (i) contato inicial da turma com os conceitos relacionados à Termoquímica (uma aula de 50 minutos); (ii) exploração de HQs, com auxílio de *slides*, para familiarização dos alunos com esse tipo de linguagem (uma aula de 50 minutos); e (iii) elaboração individual de HQ envolvendo o tema (trabalho iniciado em sala em duas aulas de 50 minutos cada uma, e finalizado em horário extraclasse).

No primeiro momento, com a sala organizada em sua configuração usual (alunos em mesas), o professor conversou com os alunos, apresentando o tema Termoquímica por meio de algumas definições. A explanação enfatizou que a Termoquímica é a parte da Química que estuda a quantidade de calor (energia) envolvida nas reações químicas e a transferência de energia ocorrida em alguns fenômenos físicos, tais como as mudanças de estados da matéria.

O professor explicou, então, que ao longo do estudo da Termoquímica, seriam aprofundados conceitos, já vistos em anos anteriores e que haviam sido explorados durante o primeiro mês de aula, como: reações envolvendo calor, temperatura, pressão, energia, e a compreensão e entendimento do calor, como uma forma de energia. Nesta aula, o professor fez uso de quadro e giz, fazendo registros que foram anotados pelos alunos em seus cadernos.

Uma segunda aula foi dedicada à familiarização dos alunos com as HQs, por meio de uso de *slides*. O primeiro *slide* exibido à turma (Figura 1) apresentou uma HQ na forma de tira que foi selecionada por remeter a um conteúdo, considerado pré-requisito para o estudo da Termoquímica referente às reações que produzem calor (energia). Após a apresentação do *slide*, o professor questionou a turma se

havia liberação ou absorção de energia, e sobre qual era o tipo de energia envolvida na reação representada na Figura 1.

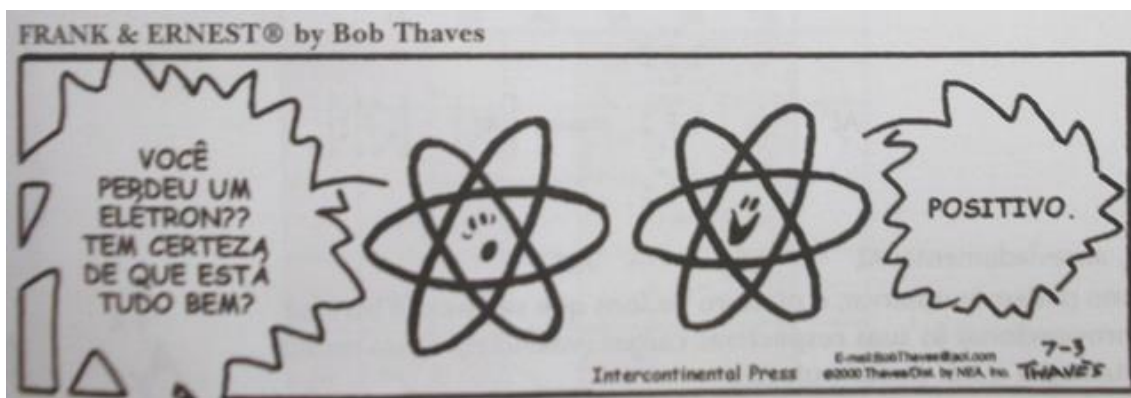
Figura 1. Conceitos implícitos em uma HQ.



Fonte: <https://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=305>

Logo em seguida, foi então projetado um segundo *slide* (Figura 2), que envolvia a caracterização de um átomo, na qual os personagens ilustram o processo de ionização do átomo, pela perda de elétrons. A tira procurou evidenciar a possibilidade de uma HQ “dar vida” a algo (os átomos), promovendo, a partir do diálogo, a exploração de conceitos. Além disso, a tira “brinca” com o fato de que o átomo responde “positivo”, carga que assume após a perda do elétron. Isto ressalta o conceito de que, o movimento que ocorre é somente dos elétrons (parte negativa), menos atraídos por estarem mais afastados do núcleo (contendo prótons de cargas positivas). Este desbalanceamento de cargas da molécula originalmente neutra, produz a formação de íons, conteúdo estudado no 1º ano, e importante para a compreensão da Termoquímica.

Figura 2. Conceitos químicos personificados.



Fonte: <https://www.abq.org.br/simpequi/2012/trabalhos/144-13361.html>

Um ponto importante a ser destacado na Figura 2 e que, por algum momento da explicação passou despercebido para professor, foi o fato de que essa imagem se relaciona ao *Animismo*, um dos obstáculos epistemológicos que pode as vezes, ser um problema no ensino. Entende-se por *obstáculo epistemológico* como “entraves, inerentes ao próprio conhecimento científico, que bloqueiam a compreensão e o desenvolvimento da Ciência” (LOPES, 1990, p. 12). Segundo a autora, o *Animismo* é “a tendência de conferir vida ao que não a tem ou de sobrevalorizar a vida e os seres vivos, enquanto obstáculo ao aprendizado da ciência Química” (p.151). As propriedades ou conceitos físicos são apresentados dotados de vida, com tentativas de dar explicações que estão carregadas de metáforas, tendo por base o ser vivo. Este obstáculo, no caso de imagens, ocorre pela aceitação de conceitos ou fatos sem nenhuma base teórica, pela semelhança que esses possuem com qualidades humanas conhecidas dos alunos.

No caso da Figura 2, o *Animismo* está associado ao fato de a palavra ‘perdeu’ remeter a algo que seja ruim, o que pode ser interpretado pela fisionomia do átomo (cara de espanto). Por outro lado, a palavra ‘positivo’ nesta tira ganha duplo sentido, uma vez que, positivo configura a carga que o átomo assume com a perda do elétron, e não como resposta dada pelo átomo, que está perguntando se ele está bem.

O 3º slide (Figura 3) apresenta uma HQ com caráter mais explicativo, envolvendo um conteúdo de Química Orgânica, que ainda não havia sido abordado com os alunos do 2º ano. O intuito do professor foi evidenciar a possibilidade do uso de representações químicas em uma HQ, de modo similar ao que ocorre no livro didático. O diálogo entre os personagens não tinha por objetivo discutir a

conceituação do ácido láctico ou o fato de que a quebra da molécula ocorre por meio de uma enzima, mas ilustrar a presença da Química em algo do seu cotidiano (o leite). Além disso, diferente da tira anterior (Figura 2), os personagens são “humanos”, e o diálogo mescla linguagem científica com linguagem do cotidiano.

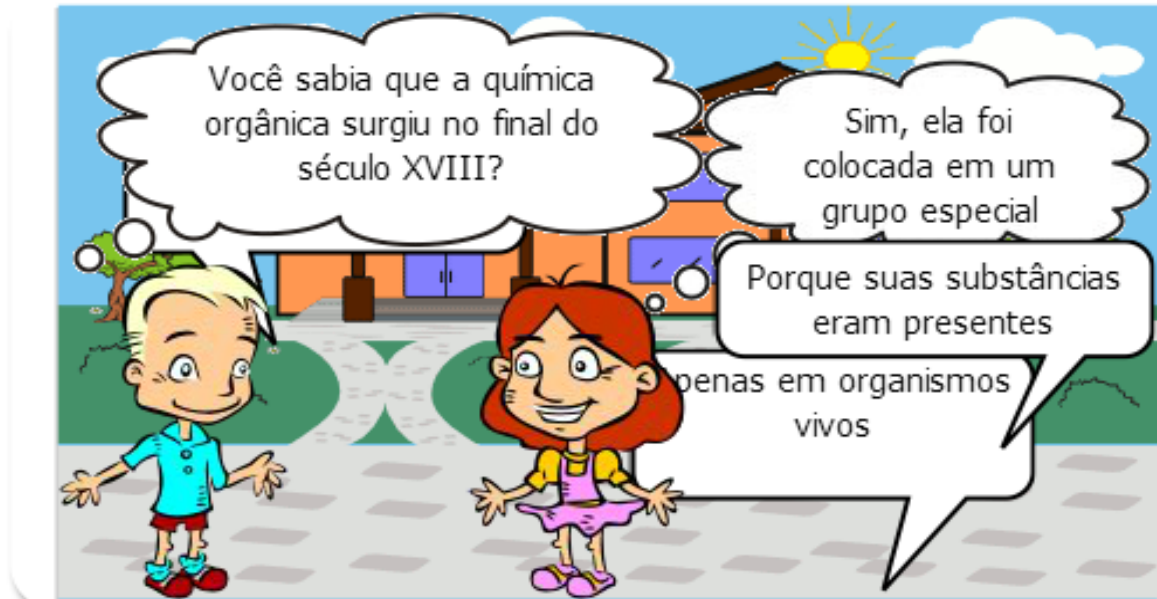
Figura 3. HQ de forma contextualizada no cotidiano.



Fonte: <https://colband.net.br/ciencias-da-natureza/alunos-mesclam-criatividade-a-quimica-no-projeto-quimicarte>

Um 4º slide (Figura 4) continha uma tira com o objetivo de mostrar aos alunos que uma HQ, não precisa necessariamente, seguir um roteiro padrão (início, meio e fim). Neste caso, o diálogo evidencia a possibilidade de uma HQ tratar de um tema científico a partir de uma linguagem mais informal, cotidiana.

Figura 4. Uma HQ sem estrutura padrão.



Fonte: <https://www.meugibi.com/gibi.php?id=67648>

O 5º slide (Figura 5) remete a uma problemática de discussão social. A HQ em questão discute os impactos que a chuva ácida pode causar no ambiente e os prejuízos que isso pode trazer à sociedade. Nessa HQ, o diálogo também evidencia a possibilidade de tratar um tema científico, a partir de uma linguagem informal, cotidiana, e, ainda, discutir aspectos sociais.

Figura 5. HQ com problemática ambiental em linguagem informal.



Fonte: PRSYBYCIEM (2015, p. 145).

No 6º *slide* (Figura 6), o título da HQ, “Aquecimento global”, explicitava o tema subjacente. O objetivo do professor, ao trazê-la, foi discutir com a turma que, apesar de o título direcionar-se ao assunto aquecimento global, essa mesma história poderia remeter a outros temas, caso esse título não estivesse ali. O objetivo foi mostrar e combinar com os alunos que, na criação que fariam, essa explicitação do título não deveria ocorrer (não precisaria colocar títulos que remetesse ao tema Termoquímica).

Figura 6. HQ com tema explícito.



Fonte: <https://enem.estuda.com/questoes/?resolver=&prova=635&q=&inicio=10&q=&cat=&difficuldade>

Finalizada essa discussão, um terceiro momento do trabalho envolveu a apresentação da proposta de que os alunos construíssem uma HQ sobre o tema Termoquímica, considerando os conceitos já abordados nas etapas anteriores. Nesse momento, o professor apresentou alguns aspectos que deveriam ser considerados na produção da HQ pelos alunos: (i) a HQ deveria contemplar os conceitos já mencionados anteriormente, associados com o tema Termoquímica, e sem que essa palavra aparecesse explicitamente na HQ; (ii) deveria ser feita em folha sulfite; (iii) conter, no mínimo, 8 tiras (cada uma das divisões internas das HQs, também chamadas de *quadros* ou *quadrinhos*); (iv) não precisaria seguir uma estrutura padrão (início, meio e fim); (v) a linguagem utilizada deveria evidenciar o modo como eles compreendem os conceitos, e também ser compreensível para outros leitores.

A partir dessas condições, foi combinado com a turma, que a criação individual da HQ seria iniciada naquele dia (duas aulas de 50 minutos cada uma), e finalizada em horário extraclasse. Os alunos deveriam trazê-la na semana seguinte

para a aula. Entretanto, como já relatado, isso não ocorreu.

4.2 APRESENTAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO A PARTIR DAS HQS PRODUZIDAS

Apresentamos uma análise individual de cada uma das 8 HQs. Como os alunos não colocaram títulos em suas produções, o pesquisador atribuiu um título para cada uma delas com base na temática presente. Também numerou as tiras para facilitar o entendimento do leitor e a discussão neste texto (exceto as HQs que haviam sido numeradas pelos alunos). Em seguida, realizou uma descrição de cada uma delas, indicando os personagens, o contexto e o enredo.

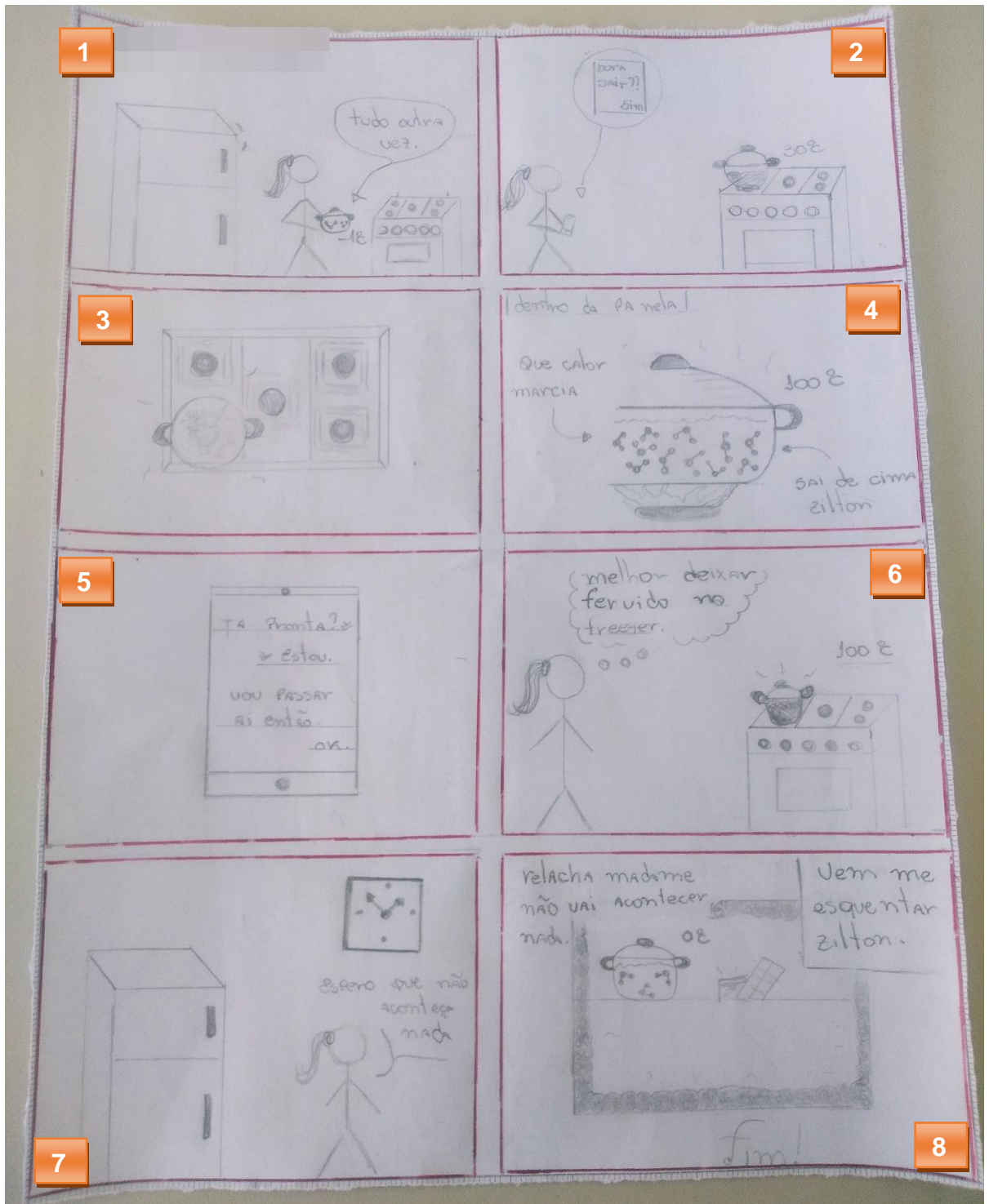
No Quadro 3, são apresentadas as 8 HQs analisadas, incluindo o título (rótulo atribuído pelo autor da dissertação), a temática e os conceitos químicos presentes, identificados pelo autor da dissertação, para apresentar possibilidades de problematização.

Quadro 3. HQs elaboradas pelos alunos.

HQ	Título da HQ	Temática	Conceitos Químicos
1	Água fervendo	Mudanças de estados físicos Reações químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Processos Endotérmicos e Exotérmicos; • Agitação das moléculas (Energia Cinética); • Reorganização molecular; • Processos de mudança de estado físico.
2	Preparando um café		
3	Água no Freezer		
4	Está chovendo		
5	Conversa entre palitos de fósforo	Combustão	<ul style="list-style-type: none"> • Entalpia de combustão; • Combustível e comburente; • Temperatura de Ignição; • Atrito e oxidante.
6	Conversa entre palitos de fósforo – <i>outra versão</i>		
7	Conversa entre amigos	Temperatura e calor	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura e calor; • Reações químicas.
8	Indiozinho sabidão		

Fonte: próprio autor.

Figura 7. HQ1– Água fervendo.



Fonte: Material de pesquisa.

A HQ da Figura 7, organizada em 8 tiras, possui como personagens principais Marcia e Zilton, duas moléculas de água. Há também uma personagem humana, secundária, e a história se passa em uma cozinha. O enredo envolve os processos

de aquecimento e resfriamento de água, e os conceitos químicos estão presentes de modo implícito.

Apesar da linguagem utilizada ser informal, o modo como as tiras são apresentadas e entrelaçadas evidencia um enredo criativo e compreensão conceitual do autor. O aluno utiliza conceitos como: temperatura, absorção e liberação de energia e mudanças de estados físicos (este último, aparecendo de modo implícito). Evidenciam-se informações sobre temperaturas em várias das tiras, com indicações de -1°C do gelo retirado do freezer na 1ª tira. Já no fogo, há a mudança de estado físico da água, de sólido (s) para o líquido (l), devido à absorção do calor (energia), indicada pela temperatura de 30°C . O aquecimento contínuo culmina com a passagem para o estado gasoso (g), no ponto de ebulição próprio da substância, aqui representado pelos 100°C . Isto é ilustrado pelo vapor desenhado na parte superior da panela, onde há maior energia cinética, e na fala de Zilton “que calor Marcia”. O equilíbrio reversível está representado com a coexistência das duas fases, demonstrada no desenho da água/vapor com absorção de energia (calor) no fogão (tira 4), assim como, na perda de calor quando retorna para o freezer, no ponto de congelamento água/gelo (l + s) a 0°C (tira 8). O uso da expressão “*sai de cima Zilton*” ilustra o aumento no nível de agitação das moléculas (energia cinética) em função da temperatura, na fase vapor. Já a fala “*vem me esquentar Zilton*” sugere que as moléculas que estavam “longe”, no processo de condensação, irão se aproximar umas das outras.

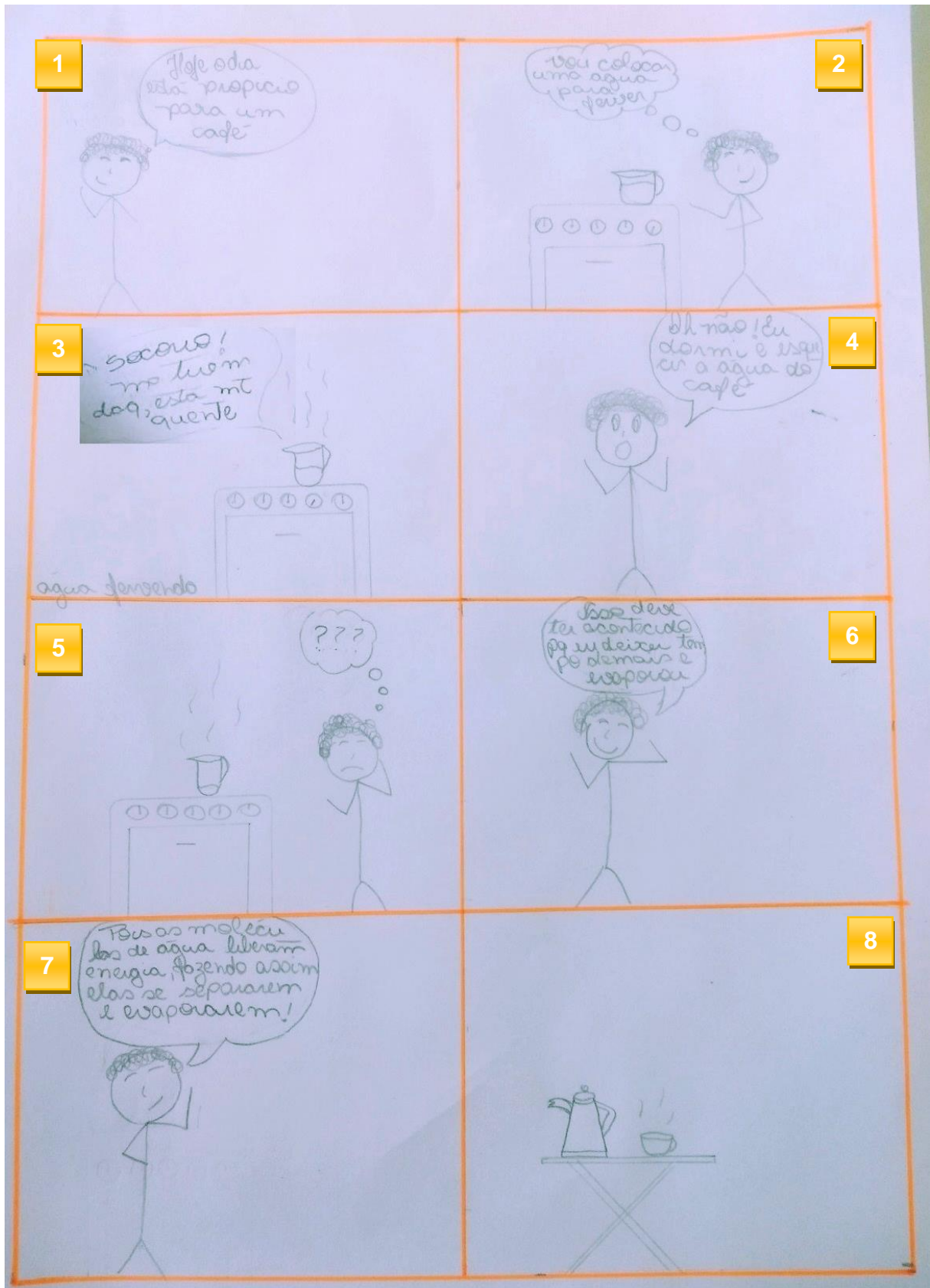
A discussão que esta HQ pode gerar em sala de aula é no sentido de explorar os processos de vaporização (absorção de energia – *processo endotérmico*) e depois, de condensação (liberação de energia – *processo exotérmico*). Possibilita também associar o comportamento das moléculas, fazendo com que os alunos criem uma analogia, ao pensarem no nível microscópico, em uma molécula se ‘afastando da outra’ – ou seja, absorvendo calor (energia) e depois o inverso.

Uma sugestão de encaminhamento em sala de aula para que o professor possa utilizar esta HQ para problematizar conceitos da Termoquímica seria:

1. Apresentar o gênero HQ aos alunos e pedir que, em um primeiro momento, realizem uma primeira leitura;
2. Pedir que analisem aspectos relacionados à HQ, como os personagens, o contexto e o enredo;

3. Postular que localizem nas tiras da HQ elementos que remetam aos conceitos;
4. Propor que os alunos, em duplas ou pequenos grupos, respondam por escrito, algumas questões referentes a aspectos específicos da tira, como por exemplo:
 - A que estados físicos remetem os valores de temperatura da água indicados na tira?
 - Que processos de mudança de estado físico estão envolvidos na HQ?
 - O que representam, em nível microscópico, os personagens Marcia e Zilton?
 - Por que Marcia pede para que Zilton saia de cima?
 - Qual o significado, em termos químicos, da fala “vem me esquentar Zilton”?
5. Finalizando, o professor pode gerar uma discussão coletiva a partir das questões acima ou propor que os alunos elaborem uma análise crítica da HQ, agregando termos científicos acerca dos conceitos químicos envolvidos.

Figura 8. HQ2 – Preparando um café.

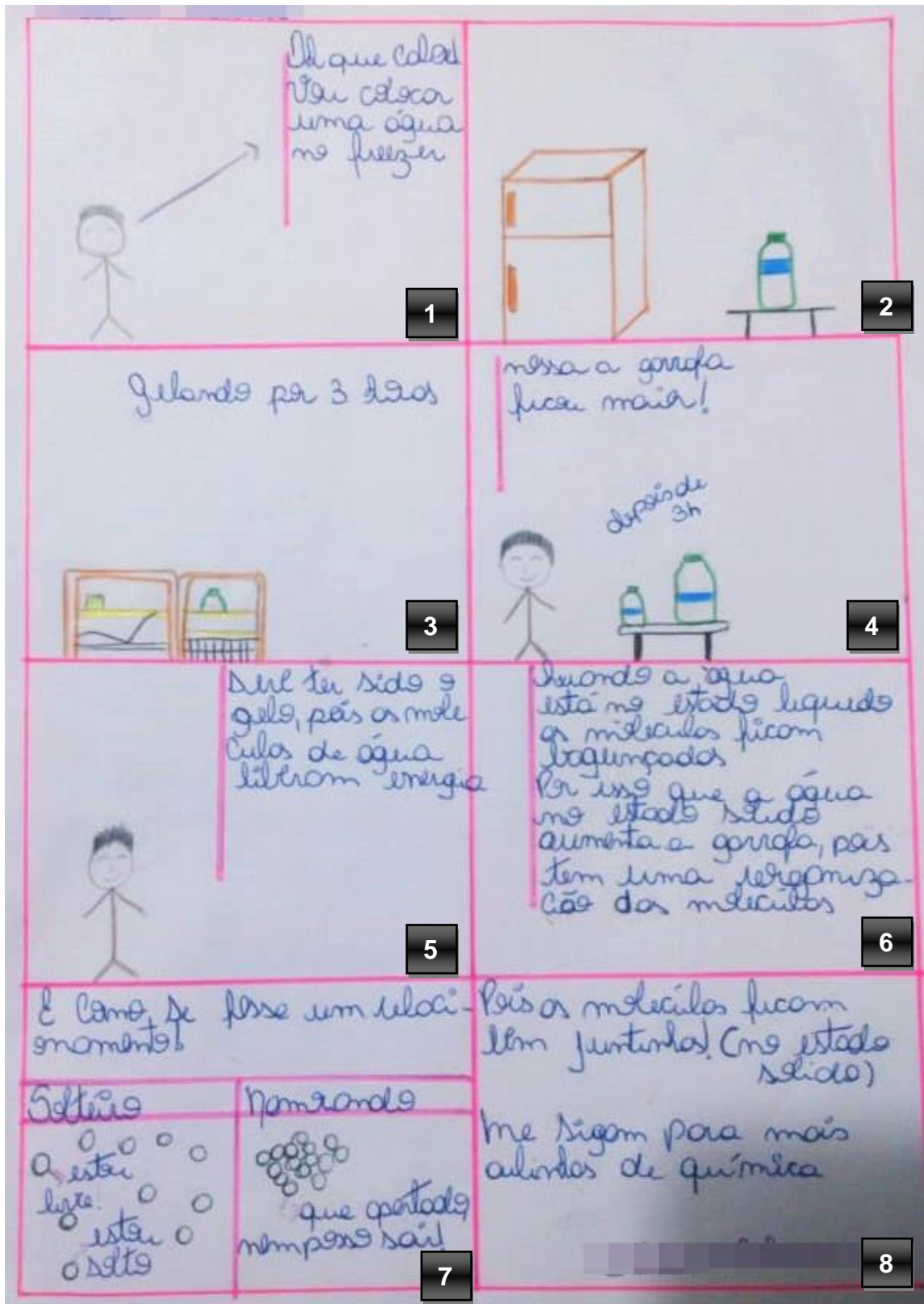


Fonte: Material de pesquisa.

Esta HQ, também composta por 8 tiras, trata de dois personagens, um humano (sem gênero) e a água. Na segunda tira, o personagem humano coloca a água para “ferver”. Já na terceira tira, temos a fala de “socorro! Me tirem daq [sic], está mt [sic] quente”, evidenciando implicitamente, assim como na HQ1, que o processo (evaporação) envolve absorção, pelas moléculas de água, através da energia liberada pela combustão no fogão. A quarta tira mostra que o personagem humano, assustado, ‘esqueceu a água no fogão’ e na quinta tira observa-se que houve uma redução drástica no volume de água no recipiente, que se converteu em vapor. Percebe-se também que o personagem humano fica sem entender o porquê isso acontece. Na sexta tira, a personagem reage com uma explicação, dizendo que o fato ocorreu porque deixou tempo demais no fogão e a água evaporou (mudou de estado físico).

Na sétima tira, ela explica por que a água evaporou: “*pois as moléculas de água liberam energia, fazendo assim elas se separarem e evaporarem*”. Percebe-se que na fala do personagem há um erro conceitual, talvez o aluno tenha transcrito de modo equivocado os conceitos (se confundiu), pois as moléculas de água absorvem energia, e isso faz com que elas se afastem umas das outras até que ocorra a mudança de líquido para vapor. A oitava e última tira deixa em “aberto” a fala da personagem água, que agora se transformou em café. Uma proposta para utilização desta HQ em sala de aula é feita em conjunto com a HQ apresentada a seguir.

Figura 9. HQ3 – Água no freezer.



Fonte: Material de pesquisa.

Esta HQ, composta também por 8 tiras, traz uma personagem humana, que coloca uma garrafa de água no freezer e, como destacado na 3ª tira, lá permanece “gelando por 3 horas”. Na quarta tira acontece algo muito interessante, pois o personagem verifica que a garrafa aumentou de tamanho. Já nas duas tiras seguintes o personagem explica que a água dentro do freezer libera energia, e ainda, ressalta o comportamento das moléculas neste estado físico, pois ele diz que “no estado líquido, as moléculas ficam bagunçadas”. No estado sólido, porém, o aumento da garrafa, se dá por conta da reorganização dessas moléculas, expandindo o seu volume, demonstrado pelo aumento no tamanho da garrafa.

Nas duas últimas tiras, o aluno faz uma analogia. Compara o padrão desse comportamento a um relacionamento, em que as moléculas soltas ou juntas comportam-se como “solteiro” ou “namorando”, explicando que as moléculas estão livres/soltas, quando a água está em estado líquido (como pessoas solteiras) e, no estado sólido, ficam bem juntinhas (como pessoas em um relacionamento). Esta comparação feita pelo aluno remete ao comportamento das moléculas, mas não está associada com o fenômeno que de fato ocorre, uma vez que, não há separação das moléculas, mas uma reorganização, pois elas permanecem ligadas umas às outras nos dois estados físicos, embora com distanciamento diferente, como citado na HQ.

A HQ permitiu que os alunos expressassem suas concepções alternativas, oferecendo ao professor a grande oportunidade de trabalhar com essas concepções, estabelecendo um processo de construção de conceitos. Por exemplo, na tira 4, há uma boa possibilidade de problematizar se o aumento de tamanho da garrafa seria nessa proporção em que foi representado pelo aluno. A garrafa teria elasticidade suficiente para aumentar tanto de tamanho, ou ela estouraria? Outra possibilidade é explorar, a partir da tira 6, que uma molécula, ao liberar energia, tem uma reorganização em sua estrutura. O volume não deveria diminuir em uma situação de maior organização, pois haveria diminuição de espaços?

O professor pode também utilizar a analogia dos relacionamentos para explorar os conceitos dos estados físicos – sólido, líquido e gasoso. Os “solteiros” (separados/soltos) poderiam representar o estado gasoso, no qual há alta energia cinética e baixa energia potencial. Com energia intermediária, viria o estado líquido, representado por “namorados” ou “noivos”; no qual há algum compromisso assumido pela ligação. Por último, no estado sólido, representado pelos “casados”, há uma

união mais estável (menor movimento e energia cinética) pela ligação mais forte (maior energia potencial, estão mais “presos” em posições fixas e mais ordenadas). Podem ainda discutir, o significado que os alunos estão atribuindo a energia e a ligação, reconhecendo o tipo de ligação que ele pensa que ocorre, lembrando que, quando se fala em ligação o aluno pensa em formação de substâncias.

Tanto a HQ2 quanto a HQ3 podem gerar, em sala de aula, discussões que possibilitem a comparação entre as histórias e os processos que ocorrem em ambas. Em linhas gerais, uma história se dá no sentido contrário da outra, uma vez que a HQ2 possibilita problematizar o conceito de absorção de energia, enquanto, na HQ3, podem ser exploradas a liberação de energia e a reorganização das moléculas.

Alguns encaminhamentos que podem ser dados por um professor, para utilização desse material em sala de aula, seriam:

1. Apresentar as HQs aos alunos e pedir que realizem uma primeira leitura;
2. Pedir que estabeleçam semelhanças e diferenças entre elas.
3. Propor uma discussão ou questões a serem respondidas de forma escrita, a partir de alguns aspectos específicos das tiras, como por exemplo:
 - No caso da HQ2:
 - Explicar, em termos físicos, o que ocorreu na 5ª tira.
 - Analisar a explicação apresentada pelo personagem na 7ª tira, identificando qual equívoco conceitual foi cometido em sua fala. Reescrever essa fala corrigindo-a.
 - No caso da HQ3:
 - Analisar as afirmativas a seguir, classificando-as como verdadeiras ou falsas. Reescrever as afirmativas falsas, corrigindo-as:
 - () Na 4ª tira, a garrafa “ficou maior” porque as moléculas de água estavam de forma desordenada.
 - () Em termos químicos, o aumento do volume da garrafa se dá pela reorganização das moléculas ao liberarem energia.

() Na 7ª tira, a analogia a um relacionamento, e que remete ao comportamento das moléculas está correta, visto que ocorre sua separação durante o processo de solidificação.

- Analisando conjuntamente HQ2 e HQ3:
 - Identificar os processos de mudança de estados físicos envolvidos em cada uma das HQs.
 - Reescrever a fala, na 7ª tira da HQ2, considerando o contexto da HQ3 (Por exemplo, “pois a moléculas de água liberam energia, fazendo assim elas se unirem e virarem gelo”).
- Extrapolando as HQ: considerando que as duas HQ abordam os processos de evaporação e solidificação, pode-se propor uma discussão abordando também a sublimação e a ressublimação, envolvendo aspectos relacionados ao rearranjo das moléculas, bem como a liberação/absorção de calor (energia). Para isso, o professor pode utilizar uma atividade experimental em laboratório explanando conceitos de mudanças de estados físicos, como o próprio exemplo da garrafa, fazendo os processos de liberação e absorção de calor (energia) em condições diferenciadas.
- Outro ponto que pode ser explorado é explicar que a água tem um comportamento anômalo de expansão, assumindo um maior volume no estado sólido. Esta exceção faz o gelo boiar na água, ao invés de afundar, como demais sólidos (comparar com um ovo cozido, por exemplo, a partir de uma atividade experimental em laboratório de Ciências). Aqui poderia ser introduzido o conceito de *densidade*.

Figura 10. HQ4 – Está chovendo.



Fonte: Material de pesquisa.

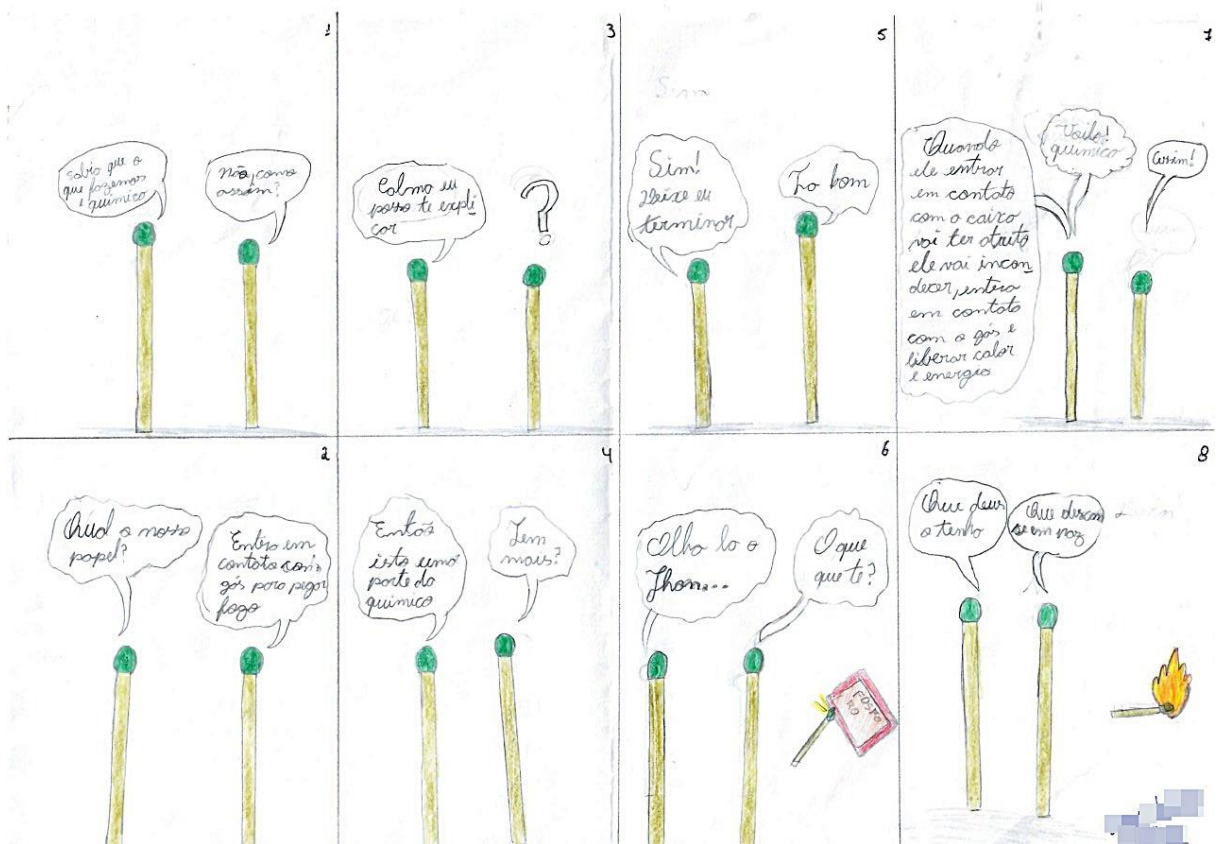
Esta HQ mostra uma cena do cotidiano, em que a criança está observando

um fenômeno natural corriqueiro, e buscando entender a explicação dada pela supermãe, detentora dos conhecimentos. Essa HQ aborda uma história envolvendo aspectos similares às anteriores (mudanças de estados físicos), mas com vários erros conceituais. Já na 1ª tira pode-se observar que na fala de uma das personagens “*Quando caí [sic] a chuva ela está no estado gasoso*” há algo incorreto, já que a água da chuva está no estado líquido. Pode ser, porém, que o aluno quis se referir à nuvem formada antes da chuva, em que de fato a água nas nuvens está nos estados líquido e/ou sólido. Na 2ª tira, a mesma personagem apresenta uma fala que, conceitualmente, está correta: “*Você sabia que quando chove, a água fica em estado líquido*”. A busca de explicação para esse fenômeno é levantada por novas personagens na 3ª e 4ª tiras. Uma delas, na 5ª tira, utiliza como explicação que “*o calor do sol fas [sic] com que a água evapore*”, e que “*Depois ela entra em estado sólido*”.

Entretanto, a personagem não apresenta critérios ou elabora argumentos que, de fato, expliquem o porquê de o fenômeno acontecer. Por exemplo, ela fala do ‘calor do sol’, mas não se utiliza de termos químicos, para dizer se ocorre processo endotérmico ou exotérmico. Há também um equívoco do aluno ao dizer que “*Depois ela entra em estado sólido*” uma vez que isso não ocorre. A água da chuva em estado líquido tende a evaporar e formar um “processo cíclico para a água” ou, ainda, ela só se solidificará se liberar muita energia, dependendo do ambiente e das condições em que se encontra.

O aluno expressou suas concepções alternativas e de senso comum na HQ, é uma boa oportunidade para o professor explorá-las, não na perspectiva de dizer que há um equívoco, mas com estratégias que façam a turma pensar a respeito. Uma possibilidade é, inicialmente, pedir que os alunos busquem nas falas dos personagens trechos com conceitos químicos utilizados de forma equivocada e, em seguida, organizem argumentos (por exemplo, gravando um vídeo, ou encenando uma pequena peça teatral) explicando o porquê dos equívocos. Uma pesquisa sobre a formação do granizo poderia ser explorada, para justificar em que casos pode vir a ocorrer a formação de sólidos.

Figura 11. HQ5– Conversa entre palitos de fósforo.



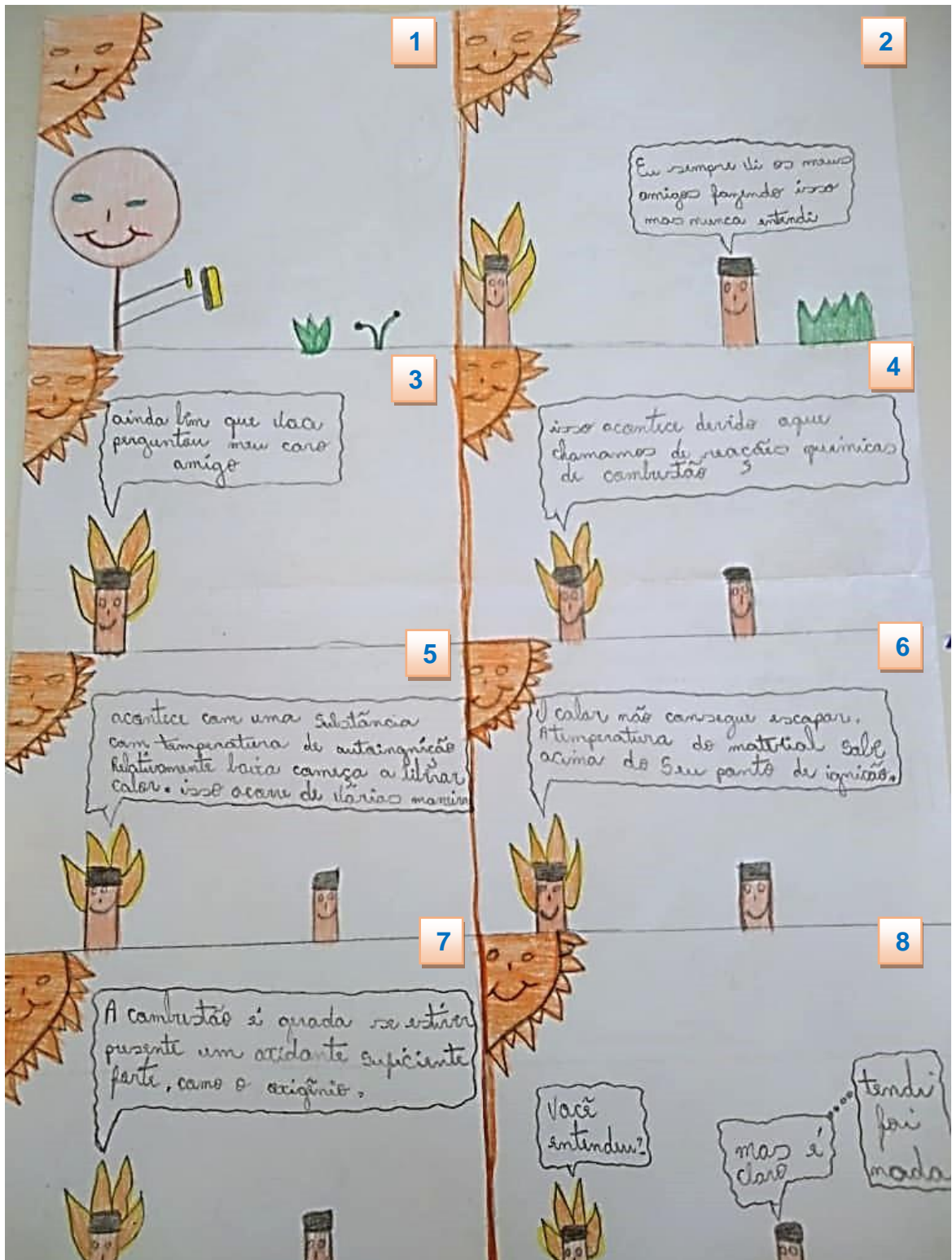
Fonte: Material de pesquisa.

Diferente das outras HQs analisadas anteriormente, esta explora o diálogo entre dois palitos de fósforo e relaciona o papel deles com a Química. O diálogo enfatiza o fato dos palitos entrarem em contato com o gás para pegar fogo. Mas, que gás seria esse? Uma vez que, no diálogo nenhum deles explicita a participação do gás oxigênio, nem como combustível e nem como comburente. Também podemos observar na tira 7, que um dos palitos tenta justificar sua participação no processo dizendo: “Quando ele entrar em contato com a caixa vai ter atrito, ele vai incandescer [sic], entra[sic] em contato com o gás e liberar calor e energia”.

A caixa, a que ele se refere, é a do próprio fósforo, cujo atrito desencadeará o processo de combustão. Para isso, será necessário que um *combustível* (material oxidável) reaja com um *comburente* – um material que contenha gás oxigênio (O₂), como o ar. Essa reação é sempre exotérmica. Este processo de ‘queima’ liberará: gases, cinza, fuligem e também energia, na forma de calor. Embora não explicita o tipo de reação que ocorre, infere-se, pelo contexto, ser do tipo exotérmica. Uma observação que podemos fazer, com base nas tiras 6, 7 e 8, é sobre o caráter

criativo da HQ, ao incorporar elementos de sátira. Por exemplo, ele brinca com o fato de observar o que ocorre com o colega “Jhon” ao tentar explicar quimicamente o que aconteceu. Ao ver o palito “Jhon” pegando fogo e “perdendo a vida” os dois dizem “Que Deus o tenha” e “Descanse em paz”, dando a entender que o palito ao entrar em combustão, não poderá voltar a ser o que era antes.

Figura 12. HQ6 – Conversa entre palitos de fósforo – outra versão.



Fonte: Material de pesquisa.

Esta HQ6 explora o mesmo conceito químico da HQ5, referente a combustão, e assim como essa, traz um diálogo entre amigos 'palitos de fósforos'. No contexto

dessa HQ, um desses palitos diz não compreender como os outros palitos conseguem acender e queria então entender como isso ocorre.

No decorrer das tiras, o palito aceso explica os processos envolvendo combustão e, ainda utiliza termos técnicos como “temperatura de ignição” e “oxidante forte”, como condição para que a combustão seja gerada. Toda a explicação do palito aceso está coerente e condiz com o que de fato ocorre. Ao final, ele pergunta ao colega se entendeu o que houve, e este responde que sim, mas no seu “inconsciente”, ele diz que não entendeu nada. Isso pode ter ocorrido, pelo fato de um dos personagens ter se utilizado de linguagem técnica, não compreensível para um leitor leigo. Trata-se de uma espécie de ironia, utilizada pelo aluno que elaborou a HQ, na qual implicitamente, critica o uso deste tipo de linguagem, ou ainda pode estar expressando o que ocorre em sala de aula.

O aluno ao elaborar a HQ, pode ter se embasado em alguns aspectos técnicos, contidos em algum livro didático ou em pesquisas realizadas pela internet. Aqui, se observa o interesse e a iniciativa do aluno em extrapolar conceitos, que o professor não havia explorado em suas aulas até aquele momento, o que se deve ao uso de termos como: “temperatura de ignição e oxidante forte”.

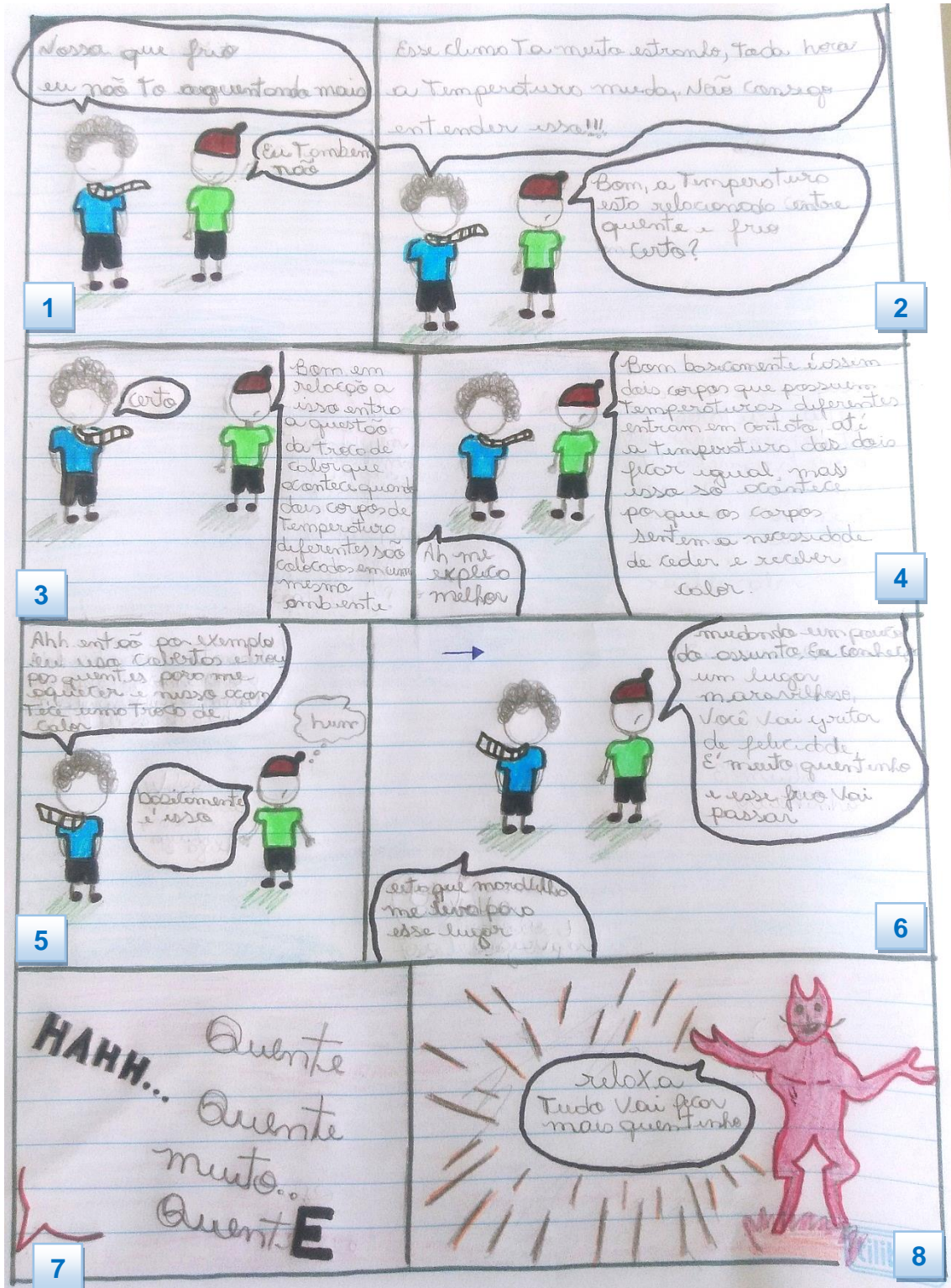
Como forma de explorar as HQ5 e HQ6 em sala de aula, pode-se solicitar que, após a leitura de cada uma delas, os alunos procurem estabelecer semelhanças, identificando o processo químico central (combustão) que aparece em ambas. Em seguida, pode-se convidar os alunos a identificarem termos que possam ser desconhecidos, como por exemplo, atrito, incandescer, ignição, autoignição e oxidante. Na continuidade, o professor pode organizar um roteiro de estudo dirigido para compreensão do fenômeno de combustão, e sua relação com a Termoquímica. Os alunos, organizados em grupos de dois ou três integrantes, podem utilizar livros didáticos e/ou consulta à internet para o desenvolvimento deste trabalho. O roteiro pode ser construído com questões como:

- Explique como funciona o processo de combustão.
- O que é combustível, e o que é comburente? Apresente exemplos.
- Explique por que o processo de “atrito” possibilita a ocorrência de uma reação de combustão.
- O que é temperatura de autoignição?

- O que é um oxidante?
- Que critério pode-se utilizar para classificar um oxidante como forte ou fraco?
- Proponha uma explicação do porquê palitos de fósforo podem acender, que seja compreensível ao personagem da história.

Após o trabalho em grupos, o professor pode convidar algumas equipes para expor suas respostas às questões, promovendo uma discussão coletiva e sistematizando os conceitos químicos. Outra possibilidade é a exploração de vídeos, como o produzido pela *American Chemical Society* (disponíveis em https://www.youtube.com/watch?time_continue=26&v=y2ErAPODA6U&feature=emb_logo) explicitando os reagentes envolvidos e a visão em câmera lenta da reação na cabeça do fósforo.

Figura 13. HQ7 - Conversa entre amigos.



Fonte: Material de pesquisa.

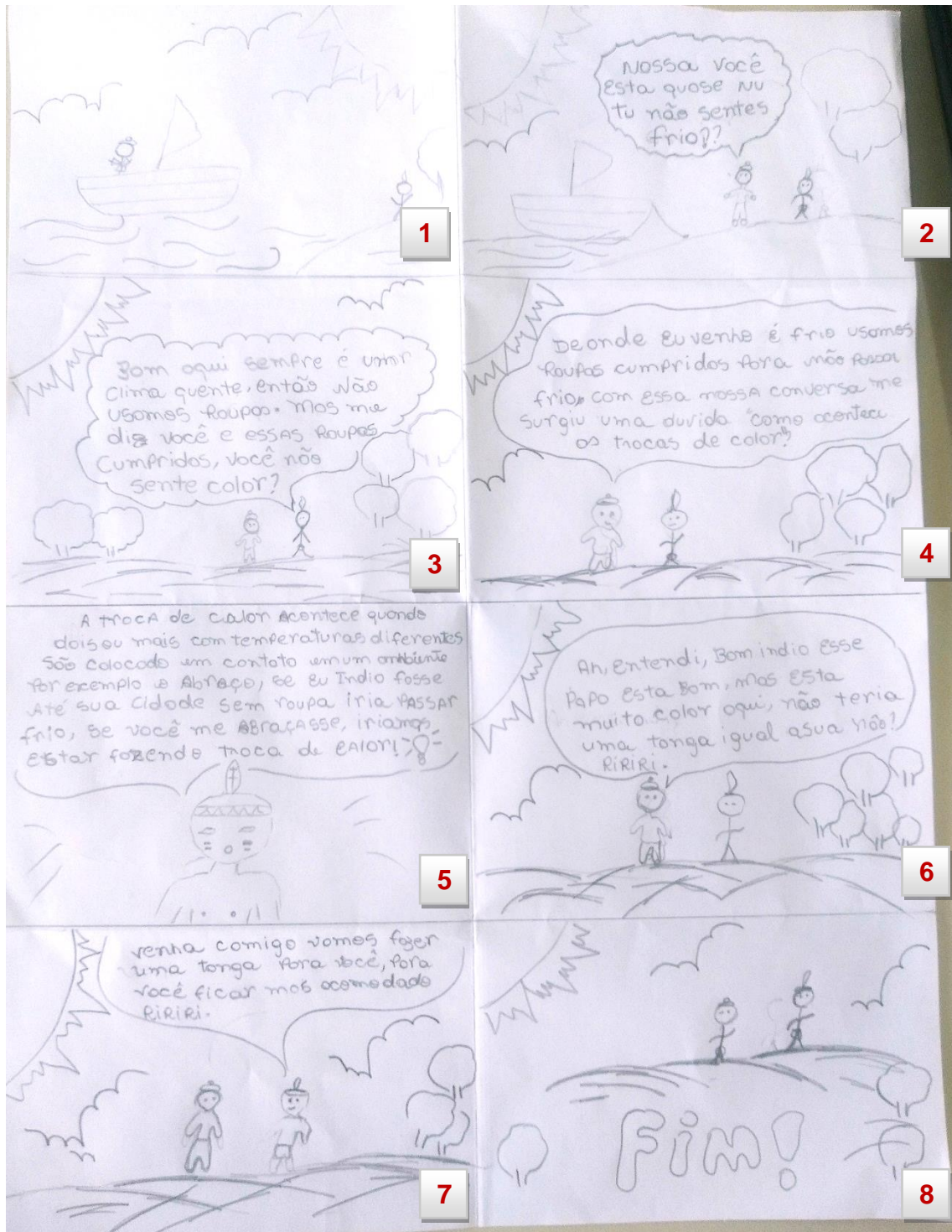
Esta HQ7 aborda a conversa entre dois personagens, supostamente amigos, que estão se queixando do frio, reproduzindo falas bastantes frequentes do cotidiano das pessoas, e que muitas vezes, expressam concepções alternativas dos alunos

sobre conceitos como calor, temperatura e energia. “Esse clima tá [sic] muito estranho, toda hora a temperatura muda, não consigo entender isso”, diz um deles. O outro então completa que “a temperatura está relacionada entre quente e frio, certo?”, remetendo a uma concepção alternativa de temperatura como sinônimo de “sentir frio” ou “sentir calor”. Na continuidade, na tira 3, um deles, já em uma linguagem mais técnica, explica que essa sensação está relacionada à troca de calor que ocorre quando dois corpos de temperaturas diferentes são colocados em contato. Na tira 4, com uma fala também em linguagem técnica, complementa a explicação inicial, dizendo que “*corpos que possuem temperaturas diferentes entram em contato até a temperatura dos dois ficar igual, mas isso só acontece porque os corpos sentem a necessidade de ceder e receber calor*”. Possivelmente, o aluno que construiu a HQ7 quis associar a ideia de ‘ceder e receber calor’ com o fato de que os corpos com diferentes níveis de energia, trocam energia entre si, até ambos entrarem em equilíbrio. Por isso, ele usa o termo “ficar igual”. Em verdade, são os corpos que tendem a manter o equilíbrio, entre o sistema e o meio. Uma intervenção possível, em sala de aula, seria convidar o aluno a explicar o que ele pretendia ou o que o significado do que escreveu e, a partir disso, explorar a diferença entre os conceitos de calor e temperatura, bem como o de sensação térmica.

Um erro que o aluno comete, ao elaborar a continuação da sua explicação, é que ele tenta justificar o uso de roupas de frio na tira 5, em sua fala “*uso cobertas e roupas quentes para me esquentar e nisso acontece troca de calor*”. Na verdade, não é isso que acontece, uma vez que roupas e cobertas atuam como isolantes, impedindo que o nosso corpo libere ou absorva energia (troque energia com o meio). Roupas não possuem temperaturas próprias, o termo ‘*roupas quentes*’ demonstra uma concepção alternativa muito comum entre os alunos e que pode ser problematizada a partir desta HQ.

A tira final da HQ7 evidencia seu caráter criativo, em que o aluno brinca com o fato de os amigos irem para o inferno, pressupondo que lá seja bem quente, remetendo à cultura de um local com fogo que libera muita energia, assim seus corpos absorverão muita energia a ponto de deixarem ambos “bem quentinhos”.

Figura 14. HQ8 - Indiozinho sabidão.



Fonte: Material de pesquisa.

Continuando com a ideia de troca de calor, este outro aluno elaborou a HQ8 similar à anterior. O contexto envolve a chegada de um navegador, vindo de uma região de clima frio para uma terra de clima tropical (supostamente em analogia à

chegada dos portugueses ao Brasil no século XV). Esse forasteiro questiona o morador local (possivelmente um indígena) se ele não sente frio, estando quase nu. O indígena explica que, naquela região o clima é quente, e por isso não usam roupas. Por sua vez, o índio questiona o navegador se ele não sente calor, utilizando roupas compridas. Aqui, assim como na HQ7, as expressões “sentir frio” e “sentir calor” indicam concepções alternativas de calor como uma propriedade inerente aos objetos e não como uma função de estado. No senso comum, as pessoas frequentemente confundem os conceitos de temperatura e calor, tomando-os como sinônimos, quando na verdade temperatura é uma medida do nível de agitação entre moléculas de um corpo, enquanto calor consiste em energia térmica em trânsito, motivada pela diferença de temperatura entre dois corpos. Assim, acabam por assumir que a roupa “esquenta” a pessoa, sem compreender que, na verdade a roupa é um isolante térmico, que impede a troca da energia em trânsito.

O conceito de como ocorrem as trocas de calor, aparece na fala do personagem na tira 5: *“quando dois ou mais com temperaturas diferentes são colocados em contato em um ambiente, por exemplo, o abraço”*. Infere-se que a expressão “dois ou mais” refere-se aos corpos envolvidos na troca de calor. O exemplo do abraço remete ao fato de que os corpos em contato entram em equilíbrio, exemplo este, que o professor utilizou com os alunos na explicação em sala, e o aluno utilizou na HQ.

Apesar de as explicações feitas ao longo da HQ estarem corretas, no âmbito da Química, o aluno finaliza a história novamente fazendo uso da expressão “está muito calor aqui”, na qual novamente a ideia de “calor” é tomada como sinônimo de temperatura (“estar quente”).

Pode-se explorar as HQ7 e HQ8 em sala de aula de forma conjunta, abordando a diferença entre os conceitos de temperatura e calor, problematizando as concepções alternativas associadas a esses conceitos. Para tal, pode-se:

1. Apresentar as HQs aos alunos e pedir que realizem uma primeira leitura;
2. Pedir que estabeleçam semelhanças e diferenças entre as duas HQs, identificando os personagens, o contexto e o enredo.
3. Pedir que os alunos identifiquem falas dos personagens que remetam a conceitos químicos;

4. Propor uma discussão inicial, buscando envolver toda a turma, no sentido de explicitar concepções alternativas que os alunos têm de expressões como “sentir frio”, “sentir calor”, “trocas de calor”.
5. Solicitar que, com auxílio de livros didáticos e em pesquisa na internet, definam os termos “temperatura” e “calor”.

Uma sugestão seria o trabalho com atividades experimentais que possibilitem explicitar concepções alternativas dos alunos sobre calor e temperatura, e a partir delas favorecer a construção dos conceitos científicos correspondentes. Mortimer e Amaral (1998) sugerem quatro atividades para explicitá-las, e favorecer a construção dos conceitos científicos, a partir das concepções alternativas dos alunos sobre calor e temperatura.

Na primeira atividade, intitulada “Comparação de um termômetro de laboratório com um termômetro clínico”, o objetivo é entender o funcionamento dos termômetros e discutir a ideia de equilíbrio térmico. Nesta, podemos fazer uma analogia com o abraço, e tentar fazer uma comparação de ambos os processos, com os conceitos em questão.

Na segunda atividade sugerida pelos autores, “Sensação de quente e frio, temperatura e calor específico”, o objetivo é entender a diferença entre a sensação de quente e frio e o conceito de temperatura. Para realizá-la, pode-se utilizar o próprio corpo como um termômetro em várias situações, para verificar o que ocorre. A conclusão mais importante dessa atividade, é que nem sempre a sensação de quente e frio corresponde a uma diferença real de temperatura, o que pode ser discutido mais sucintamente com os alunos, evidenciando a diferença do que é calor e o que é temperatura.

Com a atividade 3, “Temperatura e calor”, tem-se como objetivo estabelecer a relação entre calor e diferença de temperatura, por meio do cálculo da quantidade de calor transferida entre duas massas iguais de água, a diferentes temperaturas. Na linguagem cotidiana, estamos acostumados a considerar o calor como sendo diretamente proporcional à temperatura. De acordo com essa concepção alternativa, sempre há mais calor quando a temperatura é mais elevada. Nessas condições, poderíamos aprofundar a discussão para introduzir o conceito de Entalpia (H), conteúdo mais aprofundado da Termoquímica.

Por fim, na atividade 4, “Condições para que a água entre em ebulição”, o objetivo é explorar a ideia de que só existe transferência de calor, quando há uma diferença de temperatura entre dois sistemas. Oferece oportunidade para que se discuta que só há calor quando há diferença de temperatura, além de permitir a discussão dos porquês de na prática cotidiana de se usar o ‘banho-maria’ para aquecer bebidas. Além disso, é possível realizar uma discussão sobre o calor envolvido em processos como mudanças de estados físicos.

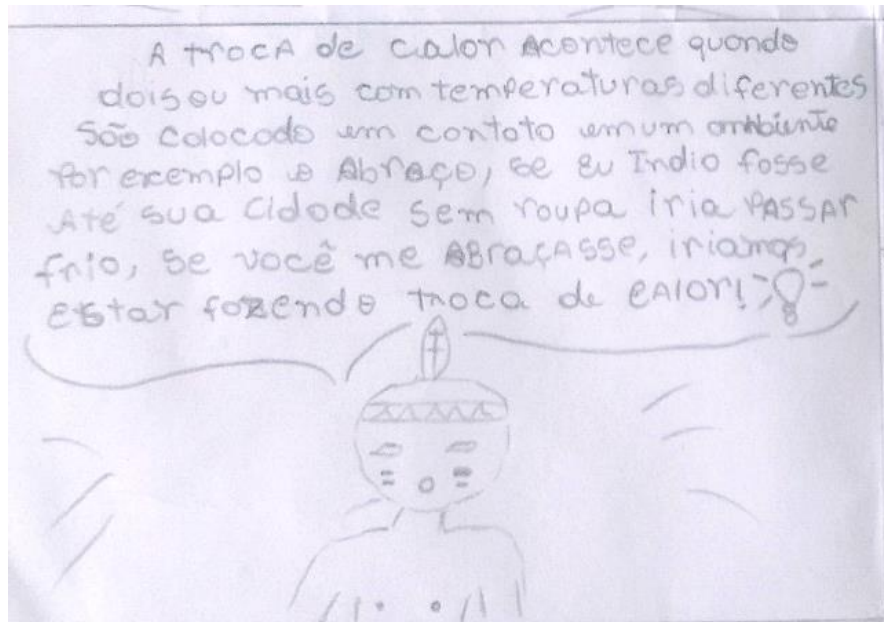
Após o trabalho experimental e com explicações complementares apresentadas pelo professor (por meio de *slides* ou anotações no quadro de giz), pode-se pedir que os alunos realizem uma análise crítica das HQs, destacando quais falas dos personagens apresentam equívocos.

O professor pode, também, propor uma discussão a partir de alguns questionamentos orais, ou que os alunos respondam, por escrito, a algumas questões acerca de aspectos específicos das HQs. Por exemplo:

- Com base nos conceitos apresentados e na discussão realizada, analise as tiras 1 e 2 da HQ7 e responda:



- O que faz com que a temperatura mude?
 - Como você avalia a fala “a temperatura está relacionada entre quente e frio”?
 - Como você relaciona o conceito científico de calor e a expressão “sentir calor”?
- Acerca da tira 5 da HQ8:



- Como você associaria o abraço aos conceitos abordados nessa aula?
- O que significa, em termos científicos, dizer que usamos roupas para não sentir frio?
- Reformule a fala do personagem corrigindo a expressão “se você me abraçasse, iríamos estar fazendo troca de calor”, de modo que ela esteja correta de acordo com a Química.

4.3 ANÁLISE DAS HQs PRODUZIDAS

Com base nos resultados discutidos ao longo da fundamentação teórica, foram selecionados alguns parâmetros para realizar uma análise das HQs: caráter criativo, incentivo à pesquisa, uso ou não da linguagem científica, utilização dos conceitos químicos implícita e explicitamente, da capacidade de argumentação e concepções alternativas dos alunos quanto a esses conceitos.

As HQs mostraram criatividade por parte dos alunos, que tiveram liberdade para elaborar tanto o roteiro quanto os elementos que compuseram suas histórias (SANTOS; PEREIRA, 2013). Eles buscaram contextualizá-las de diferentes maneiras, relacionando conceitos da Termoquímica com situações do seu cotidiano e fizeram uso, assim como no trabalho de Cruz (2015), de recursos variados como:

textos, desenhos, balões e personagens interessantes, incluindo seres humanos e estruturas químicas, que ganharam vida no decorrer da história.

Um aspecto da criatividade foi o uso da essência humorística e o uso de ironias (SANTOS; AQUINO, 2010); no trabalho, isso fica evidenciado em algumas das HQ, como por exemplo, na HQ1 (como as moléculas de água que são “humanizadas” e dialogam), ou na HQ4, em que a explicação da combustão resulta em um “Descanse em paz” destinado ao palito de fósforo que queimou. Já a HQ6 trabalha o humor a partir de uma concepção de ciência como algo “incompreensível”, na qual, após as explicações técnicas de um dos personagens, o outro diz que não entendeu coisa alguma.

Como discutido por Santos e Aquino (2010), a produção da HQ estimulou alguns alunos a realizar pesquisas para incorporar algumas definições e conceitos em suas histórias. Um exemplo disso é a HQ6 em que o aluno utiliza termos como temperatura de ignição, atrito e agente oxidante, que ainda não haviam sido abordados em sala de aula.

Acerca da linguagem presente nas HQs, destacamos que na maioria delas, os alunos buscaram adequar a linguagem e a explicação dos conceitos científicos a um público alvo específico, no caso os próprios alunos. O recurso visual, atrelado ao uso de falas de personagens foi o recurso utilizado para realizar essas explicações, mesclando termos técnicos com linguagem coloquial. Ressalta-se também, que essa linguagem coloquial, muitas vezes evidencia concepções alternativas, que podem ser problematizadas pelo professor.

A partir de diferentes olhares para temas da Termoquímica, os alunos buscaram criar situações que envolvessem explicações químicas e prendessem a atenção do leitor. As 8 HQs produzidas possibilitam que o professor aborde e problematize diferentes conceitos que são foco de aprofundamento para compreensão da Termoquímica, e que apareceram implícita e explicitamente, como: reações/processos endotérmicos e exotérmicos, agitação das moléculas (energia cinética), reorganização molecular, processos de mudança de estado físico, entalpia de combustão, relação entre combustível e comburente, temperatura de ignição, atrito, agente oxidante, temperatura, calor e reações químicas. Por exemplo, nas HQs 1, 3 e 5, os alunos trazem conceitos da Termoquímica, que foram utilizados de modo correto e criativo, a partir de histórias que fizeram seu uso implícito.

Por outro lado, algumas HQs possibilitaram ao professor reconhecer

concepções alternativas (JACQUES, 2007; LEÃO; KAHLIL, 2015, 2017) e explorá-las, servindo como meio para compreender melhor os conceitos científicos. Por exemplo, nas HQs 2 e 7, embora os alunos também tenham criado contextos interessantes e coerentes, com temas da Termoquímica, há uma utilização equivocada de conceitos em algumas tiras. A HQ 4 por sua vez, traz um contexto passível de explicação de conceitos da Termoquímica, mas que em vários momentos da história são utilizados de forma equivocada, uma vez que a personagem não apresenta critérios ou elabora argumentos que, de fato, expliquem o porquê do fenômeno acontecer. Por fim, as HQs 6 e 8 apresentam, em sua construção, explicações corretas e enredo bem construído. Porém, fazem uso de linguagem bastante técnica, que em alguns momentos, mostra-se “forçada”, comprometendo um pouco a informalidade da linguagem usualmente, utilizada em uma HQ.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de avaliar o potencial didático de HQs para a abordagem e problematização de conceitos da Termoquímica, propôs-se a criação de HQs individuais, por alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio. Do total das produções dos alunos foram selecionadas 8 HQs. Estas HQs foram descritas, destacando as temáticas e os conceitos químicos presentes, tanto de modo implícito quanto explícito. Sua análise pretendeu abordar distintos modos de como essas HQs podem ser aplicadas pelo professor no processo de ensino e aprendizagem.

Na percepção do pesquisador, que também era professor da turma, o trabalho com esse recurso didático estimulou a participação ativa dos alunos, que se mostraram motivados com a proposta organizada com seus interesses e favorecendo o seu protagonismo, como sugerem os documentos curriculares. As HQs serviram como material que pode contribuir para a alfabetização científica dos alunos, sendo uma possibilidade de superar o desinteresse de muitos deles em relação ao modo como a Química costuma ser abordada em sala de aula, centrado na memorização de fórmulas e conceitos, sem relação com o seu cotidiano.

Uma das limitações deste trabalho, por conta da pandemia da COVID-19¹, foi a realização de uma análise restrita às construções individuais dos alunos, sem a possibilidade de continuidade do trabalho com discussões coletivas e problematizações junto com a turma, como inicialmente previsto no projeto que deu origem a esta dissertação. Buscou-se, assim, apresentar, no decorrer do trabalho, sugestões de encaminhamentos para a abordagem e problematização de conceitos que se desejava promover, ferramentas úteis aos professores na sala de aula.

Uma possível continuidade deste trabalho poderia envolver, por exemplo, o retorno das HQs aos alunos, durante o estudo sistemático da Termoquímica, problematizando concepções alternativas e de modo que os próprios autores pudessem fazer uma análise crítica de sua obra; ou, ainda, trocar as HQs em sala de aula, de modo que grupos de alunos pudessem fazer essa análise. Na construção das HQs, pode-se sugerir o uso do Word para elaboração dos diálogos, como forma de minimizar erros de ortografia, ou ainda utilizar algum software específico para a produção de HQs.

¹ Período iniciado no mês de março e que se estendeu ao longo de todo o ano de 2020, durante a pandemia causada pelo vírus SARS-COV 2.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. C. Z.; LOCATELLI, A. Produção de HQs como instrumento de avaliação de uma intervenção didática para ensino de reações químicas. **Ensino de Ciências e Tecnologia em revista**, v. 9, p. 47-62, 2019.

ARAÚJO, A. **O impacto da linguagem dos quadrinhos no ensino de ciências**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L. A Corrosão na Abordagem da Cinética Química. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 31-34, 2005.

CRUZ, T. M. G. S. **Enquanto isso na sala de justiça...** história em quadrinhos no ensino de Química. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; UCHOA, A. M. Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos: uma análise do modo de leitura dos estudantes. **Educación Química**, v. XXVI, p. 87-93, 2015.

GONÇALVES, P. F.; FERNANDES, S. D. C. Narrativas Acerca da Prática de Ensino de Química: Um Diálogo na Formação Inicial de Professores. **Química Nova na Escola**, n. 32, n. 2004, p. 121-127, 2010.

GNOATTO, F.; VIAN, C.; MISTURA, C. M.; OLIVEIRA, D. K.; RESENDE, D. M.; SANTOS, K. F. Trabalhando com histórias em quadrinhos as temáticas e conceitos químicos. In: 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 2013, Ijuí, RS. **Anais...** Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 33. Ijuí, RS: FIDENE UNIJUÍ, 2013. v. 1. p. 1-7.

IANESKO, F.; ANDRADE, C. K.; FELSNER, M. L.; ZATTA, L. Elaboração e aplicação de histórias em quadrinhos no ensino de Ciências. **Experiências em ensino de Ciências**, v. 12, p. 105-125, 2017.

IWATA, A. Y.; LUPETTI, K. O. A Alfabetização científica em química por meio das histórias em quadrinhos. In: X ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia. **Anais... ENPEC**, 10. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. v. 1. p. 1-8.

JACQUES, V. **A energia no ensino fundamental: o livro didático e as concepções alternativas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

JOHNSTONE, A. H. The Future Shape of Chemistry Education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 5, n. 3, p. 229-245, 2004.

KAWAMOTO, E. M.; CAMPOS, L. M. L. Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino do corpo humano em anos iniciais do Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, v. 20, p. 147-158, 2014.

KUNDLATSCH, A.; CORTELA, B. S. C. Uma revisão de base cienciométrica sobre as Histórias em Quadrinhos no Ensino de Química: uma análise do ENPEC, ENEQ e RASBQ. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 02, p. 01-13, 2019.

LEÃO, N. M. M.; KAHLIL, J. B. Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 04, p. 4601-4603, 2015.

LEÃO, N. M. M.; KAHLIL, J. B. Concepções Alternativas como obstáculos no Ensino-Aprendizagem da disciplina Física. **Latin American Journal of Science Education**, v. 4, n.2, p.1-10, 2017.

LEITE, B. S. Histórias em quadrinhos e ensino de Química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. **Revista eletrônica Ludus Scientiae**, v. 01, n. 01, p. 58-74, 2017.

LOPES, A. R. C. **Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química**. Dissertação (Mestrado em Educação) — Instituto de Estudos Avançados em Educação, Fundação Getúlio Vargas, 1990.

LORENZONI, M. B.; RECENA, M. C. P. Contextualização do ensino de termoquímica por meio de uma sequência didática baseada no cenário regional "queimadas" com experimentos investigativos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, p. 40-65, 2017.

LUYTEN, S. M. B. **Quadrinhos em sala de aula**. In: Salto para o futuro. **Histórias em Quadrinhos: um Recurso de Aprendizagem**. Brasília: MEC, 2010. Disponível em <https://www.moodlelivre.com.br/images/stories/pdf_ppt_Doc/181213historiaemquadrinhos.pdf>. Acesso em 08 jul. 2020.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 07, p. 30-34, 1998.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, E. M. R. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 01, n. 03, p. 5-18, 2001.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Curitiba: SEED/DEB-PR, 2008.

PARANÁ. **Caderno de expectativas de aprendizagem**. Curitiba: SEED/DEB-PR, 2012. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/caderno_expectativas.pdf>. Acesso em 08 set. 2020.

PEREIRA, J. A. Produção de história em quadrinhos como instrumento avaliativo no ensino de Ciências. **Revista Ciências & Ideias**, v. 11, n. 02, p. 201-213, 2020.

PIZARRO, M. V. As Histórias em Quadrinhos como linguagem e recurso didático no ensino de Ciências. **Anais...** Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8. Florianópolis: 2009, p. 01-12.

PRSYBYCIEM, Moisés Marques. **A Experimentação Investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental**. 2015. 212f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

RAMOS, P. É possível ensinar oralidade usando histórias em quadrinhos? **Revista Intercâmbio**, v. 15, p. 01-11, 2006.

SANTOS, P. N.; AQUINO, K. A. S. Produção de histórias em quadrinhos no ensino de química: A química dos perfumes como temática. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010, Brasília/DF. **Anais...** ENPEC, 15. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010, v. 15, p. 01-8.

SANTOS, V. J. R. M.; SILVA, F. B.; ACIOLI, M. F. Produção de Histórias em Quadrinhos na abordagem interdisciplinar de Biologia e Química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 03, p. 01-08, 2012.

SANTOS, R. O.; FERREIRA, M. L. O.; PASSOS, C. R. S.; SOUZA, D. A.; SILVA JUNIOR, A. J.; ALEXANDRINO, D. M. Alfabetização científica usando conceitos de eletroquímica e o meio ambiente a partir de histórias em quadrinhos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 01, p. 5347- 5354, 2017.

SANTOS, T. C.; PEREIRA, E. G. C. Oficinas de Histórias em Quadrinhos como recurso pedagógico no ensino de Ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v. esp., p. 3200-3204, 2013.

SILVA, D. A. M. **Análise dos conteúdos termodinâmicos em livros de química e física do ensino médio**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

SILVA, D. L. J.; SILVA, D. A. D.; MARTINI, C.; DOMINGO, A. C. D.; LEAL, G.P.; FILHO, B.L.; FIORUCCI, R. A. A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros. **Química Nova na Escola**, v. 34, p. 189-200, 2012.

SOUZA, A. G. L.; CARDOSO, S. P. Ensino, aprendizagem e o ambiente escolar na abordagem de conceitos de Química. **Research, Society and Development**, v. 08, n.11, p. 1-16, 2019.

VERGUEIRO, W.; RAMOS, P. **Quadrinhos na Educação: da rejeição à prática**. São Paulo: Contexto, 2009.



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CARLOS AUGUSTO LUZ

**O ENSINO DE TERMOQUÍMICA POR MEIO DE
HISTÓRIAS EM QUADRINHOS: ORIENTAÇÕES PARA
ABORDAGEM E PROBLEMATIZAÇÃO DE CONCEITOS**

PRODUTO EDUCACIONAL

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Suzana Lucy Nixdorf

LONDRINA
2020

CARLOS AUGUSTO LUZ

**O ENSINO DE TERMOQUÍMICA POR MEIO DE
HISTÓRIAS EM QUADRINHOS: ORIENTAÇÕES PARA
ABORDAGEM E PROBLEMATIZAÇÃO DE CONCEITOS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), da Universidade Estadual de Londrina (UEL) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Suzana Lucy Nixdorf

Londrina
2020

APRESENTAÇÃO

Este material didático é parte integrante da dissertação de mestrado “O ensino de Termoquímica por meio de Histórias em Quadrinhos: Possibilidades para abordagem e problematização de conceitos”. Foi elaborado com base nos estudos e em uma experiência em situação real de sala de aula, com o uso de histórias em quadrinhos (HQs) em uma turma do segundo ano do Ensino Médio, na qual o pesquisador também era professor da disciplina de Química.

O uso de HQs na sala de aula tem ganhado força recentemente, devido à necessidade de metodologias que despertem o interesse dos alunos, de modo que se pode utilizar esse recurso, tanto para fins de entretenimento, quanto para a discussão de conceitos científicos.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017, p.472) no âmbito escolar “podem ser criadas situações de trabalho mais colaborativas, que se organizem com base nos interesses dos alunos e favoreçam seu protagonismo”. O documento sugere a criação de possibilidades de articulação entre as áreas do conhecimento por meio de Laboratórios, Oficinas, Clubes, Observatórios, entre outros. Mais especificamente, sugere a organização de espaços de construção coletiva de conhecimentos, técnicas e tecnologias, que possibilitam articulação entre teorias e práticas, por exemplo, a partir da produção de quadrinhos.

As Diretrizes Curriculares da Educação Básica para a Química (PARANÁ, 2008) propõe que o ensino dessa disciplina contribua para que o aluno compreenda os conceitos científicos, entendendo algumas dinâmicas do mundo e mudando sua atitude em relação a ele. Cabe ao professor criar situações de aprendizagem, de modo que o aluno pense mais criticamente sobre o mundo, superando a transmissão de conteúdos com base na disposição sequencial do livro didático tradicional, e do distanciamento da Química em relação a outros saberes. Também, visa oferecer aos alunos os fundamentos teóricos para que esses se apropriem dos conceitos da Química e do conhecimento científico.

Neste material, compilamos apontamentos e direcionamentos ao professor sobre como abordar conteúdos de Termoquímica a partir do material produzido pelos próprios alunos. O trabalho foi desenvolvido em um colégio da

rede estadual de ensino, na região de Paranavaí, no estado do Paraná. A turma selecionada foi a do 2º ano do Ensino Médio, composta por 20 alunos, com idade entre 15 a 17 anos. No caso, utilizamos neste material, as 8HQs que foram descritas e analisadas em nossa dissertação.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS AO PROFESSOR

A proposta aqui apresentada assume que o professor adote os fundamentos teóricos metodológicos presentes nas diretrizes curriculares do estado do Paraná (PARANÁ, 2008) na área específica de Química, valorizando o papel ativo do aluno, de modo que se aproprie dos conhecimentos químicos e seja capaz de refletir criticamente sobre o meio em que está inserido. Para tal, deve procurar inserir o aluno "na cultura científica, seja no desenvolvimento de práticas experimentais, na análise de situações cotidianas, e ainda na busca de relações da Química com a sociedade e a tecnologia" (PARANÁ, 2008, p. 52), possibilitando que o aluno compreenda o conhecimento científico e tecnológico para além do domínio exato dos conceitos de Química.

Em linhas gerais, a Termoquímica trata dos conceitos de calor, temperatura e energia, que são unificadores na aprendizagem das Ciências e muitas vezes suas definições são compreendidas pelos alunos de forma incorreta.

Pesquisas como Jacques (2008) e Silva (2012) apontam que as maiores dificuldades dos alunos na aprendizagem de Termoquímica referem-se à compreensão de conceitos fundamentais como: calor, temperatura, energia interna, entalpia, entropia, energia cinética e potencial associada as partículas. Esses conceitos derivam do conceito de energia, mais amplo e unificador. Entretanto, este conceito é usualmente compreendido de maneira reducionista, atrelado a um único ou a poucos fenômenos. Além disso muitos livros didáticos ainda apresentam deficiências e limitações, com abordagens aquém das discussões provenientes de pesquisas em Ensino de Ciências, como as de concepções alternativas.

As concepções alternativas ou espontâneas são conhecimentos que os alunos detêm sobre os fenômenos naturais, muitas vezes em acordo com os conceitos científicos e as teorias e leis, que servem para descrever o mundo em

que vivem (LEÃO; KALHIL, 2015). Essas concepções alternativas, provocadas pelas primeiras experiências e realizadas ainda sem maiores reflexões e sem qualquer análise crítica, muitas vezes constituem-se em obstáculos nos processos de ensino e de aprendizagem das Ciências. Elas devem ser encaradas como construções pessoais, cabendo ao professor procurar conhecê-las, compreendê-las, e valorizá-las para decidir o que fazer e como fazer o seu ensino, ao longo do estudo de um tópico (LEÃO; KHALIL, 2017).

Um exemplo disso ocorre com os conceitos de calor e temperatura (MORTIMER; AMARAL, 1998, 2001; LORENZONI; RECENA, 2017). A literatura descreve três características principais dessas concepções pelos alunos. No senso comum, verifica-se a manifestação de afastamento do conceito científico de calor e de temperatura, que estão intimamente relacionadas à forma como nos expressamos sobre esses fenômenos na vida cotidiana. Também é comum o calor ser considerado como atributo dos materiais e estar relacionado diretamente à temperatura. É como se existissem dois tipos de “calor”, o quente e o frio. Um corpo quente possuiria calor, enquanto um corpo frio possuiria frio, em diferentes objetos ou ao entrar em contato com ambientes diferentes. Essas e outras palavras utilizadas, muitas vezes não tem o mesmo significado nos termos científicos, sendo, portanto, de fundamental importância o aprendizado por parte dos alunos da diferenciação entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica.

Assim discutimos aqui como o professor pode utilizar HQs como recurso didático no aprofundamento do estudo da Termoquímica. São trazidas HQs produzidas pelos próprios alunos, exemplificando sugestões de questões e atividades.

PROBLEMATIZAÇÃO A PARTIR DAS HQS PRODUZIDAS

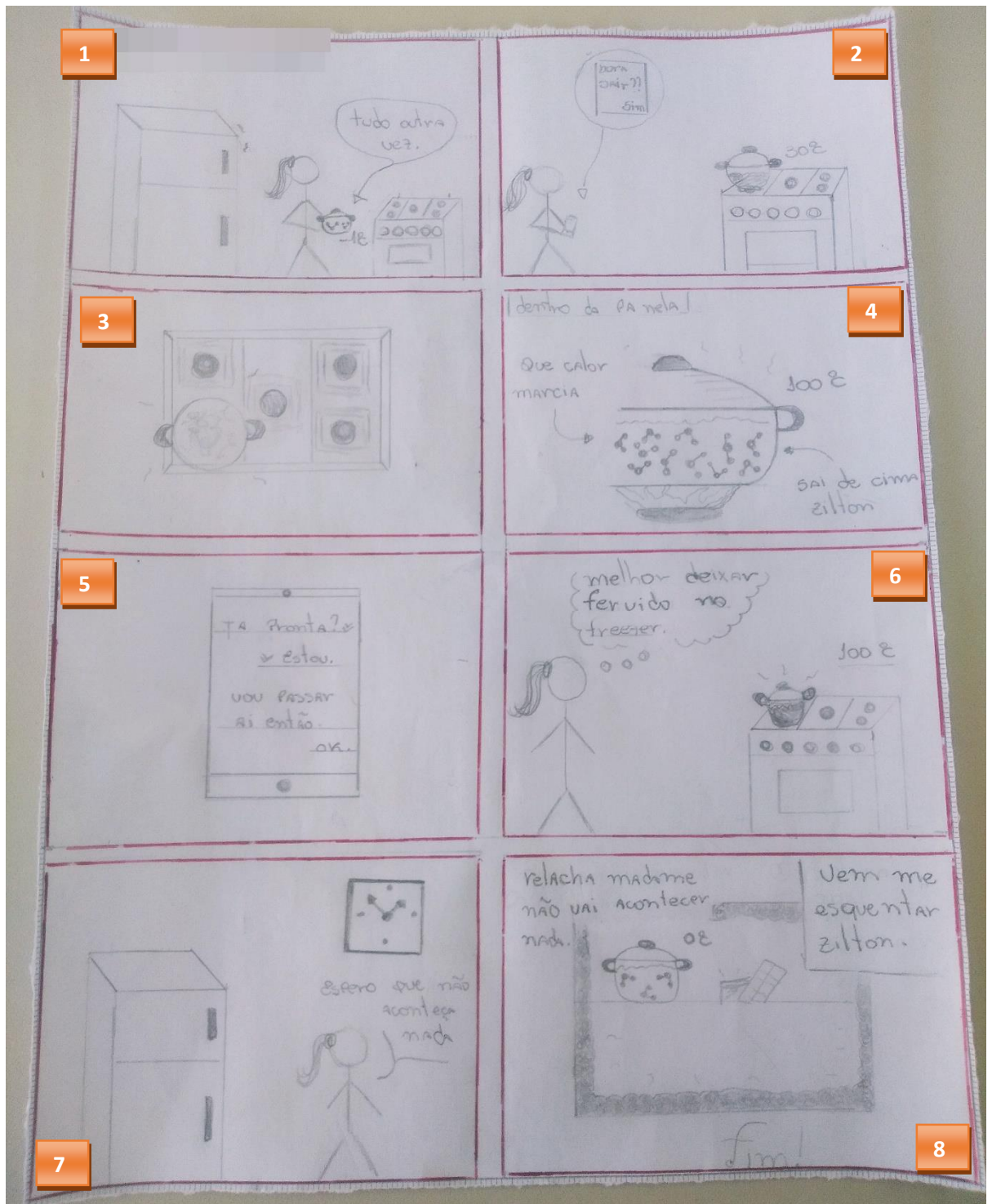
No Quadro 1, são listadas as 8 HQs, incluindo o título (rótulo atribuído pelo autor), a temática e os conceitos químicos presentes, para apresentar possibilidades de problematização.

Quadro 1. HQs elaboradas pelos alunos.

HQ	Título da HQ	Temática	Conceitos Químicos
1	Água fervendo	Mudanças de estados físicos Reações químicas	• Processos Endotérmicos e Exotérmicos; • Agitação das moléculas (Energia Cinética); • Reorganização molecular; • Processos de mudança de estado físico.
2	Preparando um café		
3	Água no Freezer		
4	Está chovendo		
5	Conversa entre palitos de fósforo	Combustão	• Entalpia de combustão; • Combustível e comburente; • Temperatura de Ignição; • Atrito e oxidante.
6	Conversa entre palitos de fósforo – <i>outra versão</i>		
7	Conversa entre amigos	Temperatura e calor	• Temperatura e calor; • Reações químicas.
8	Indiozinho sabidão		

Fonte: próprio autor.

Figura 1. HQ1– Água fervendo.



Fonte: Material de pesquisa.

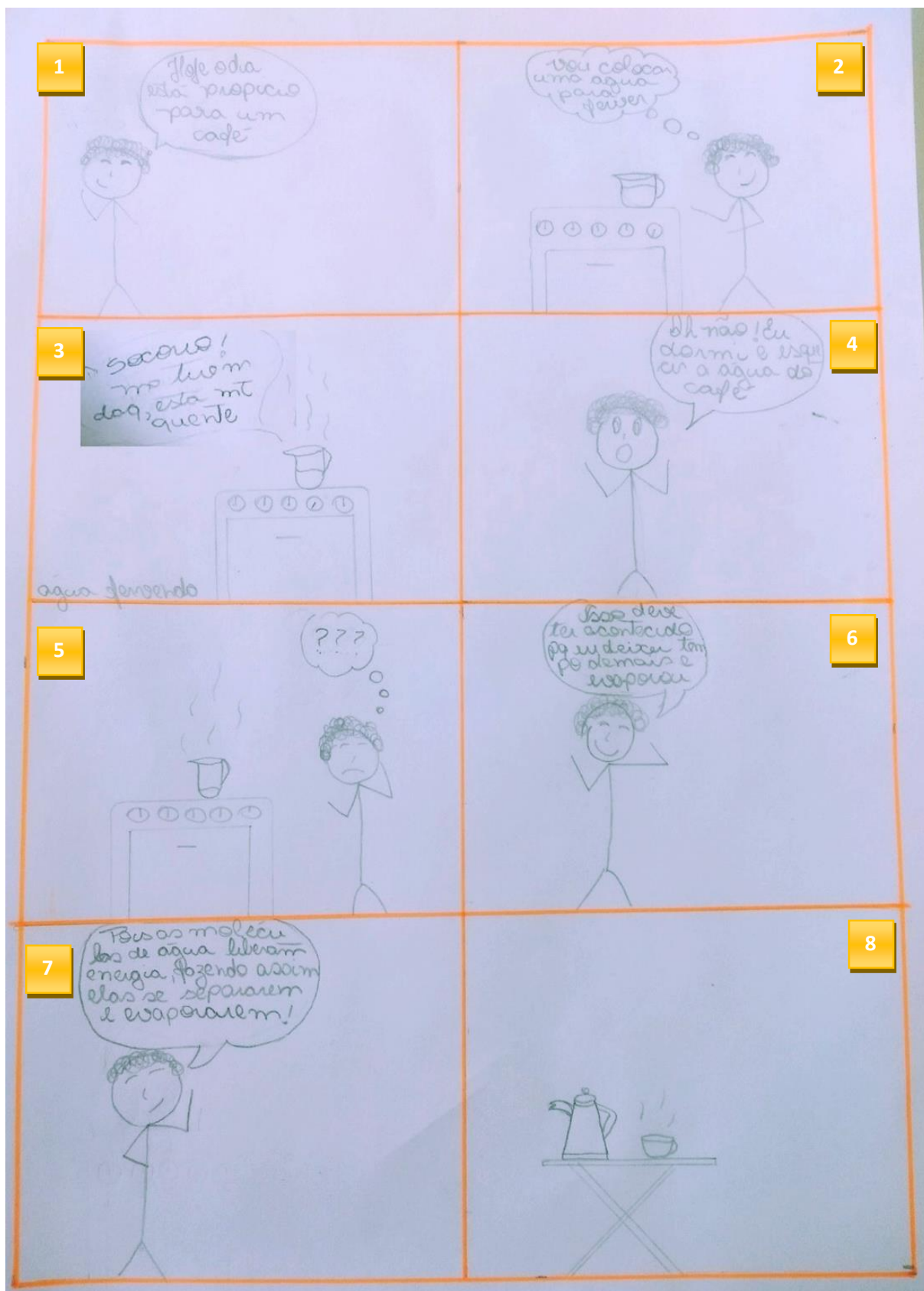
A discussão que esta HQ pode gerar em sala de aula é no sentido de explorar os processos de vaporização (absorção de energia – processo

endotérmico e depois, o inverso de condensação (liberação de energia – *processo exotérmico*). Possibilita também associar o comportamento das moléculas, fazendo com que os alunos criem uma analogia, ao pensarem no nível microscópico, em uma molécula se ‘afastando da outra’ – ou seja, absorvendo calor (energia) e depois o inverso.

Uma sugestão de encaminhamento em sala de aula para que o professor possa utilizar esta HQ para problematizar conceitos da Termoquímica seria:

1. Apresentar o gênero HQ aos alunos e pedir que, em um primeiro momento, realizem uma primeira leitura;
2. Pedir que analisem aspectos relacionados à HQ, como os personagens, o contexto e o enredo;
3. Postular que localizem nas tiras da HQ elementos que remetam aos conceitos;
4. Propor que os alunos, em duplas ou pequenos grupos, respondam, por escrito, algumas questões referentes a aspectos específicos da tira, como por exemplo:
 - A que estados físicos remetem os valores de temperatura da água indicados na tira?
 - Que processos de mudança de estado físico estão envolvidos na HQ?
 - O que representam, em nível microscópico, os personagens Marcia e Zilton?
 - Por que Marcia pede para que Zilton saia de cima?
 - Qual o significado, em termos químicos, da fala “vem me esquentar Zilton”?
5. Finalizando, o professor pode gerar uma discussão coletiva a partir das questões acima ou propor que os alunos elaborem uma análise crítica da HQ, agregando termos científicos acerca dos conceitos químicos envolvidos.

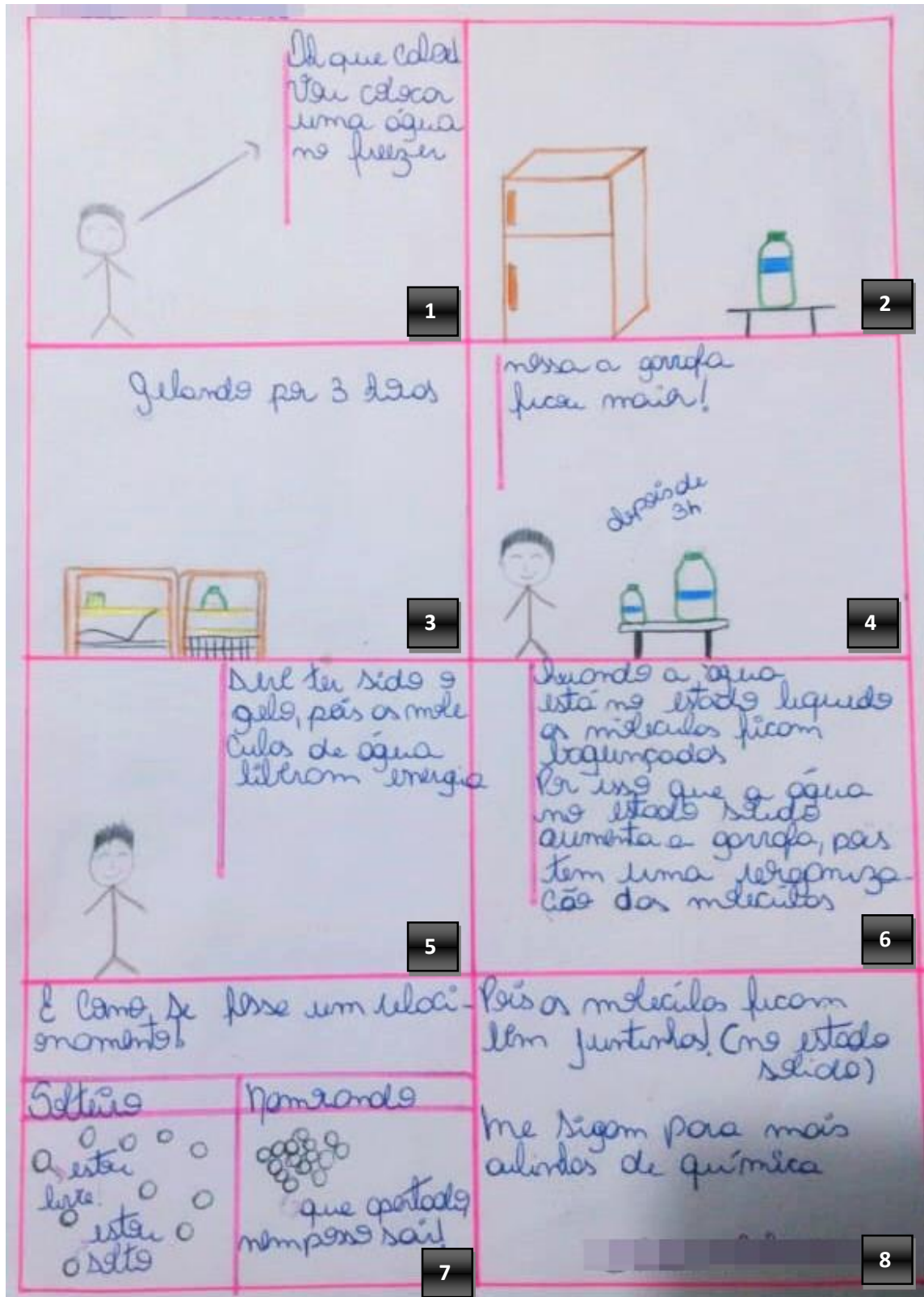
Figura 2. HQ2 – Preparando um café.



Fonte: Material de pesquisa.

Uma proposta para utilização desta HQ em sala de aula é feita em conjunto com a HQ apresentada a seguir.

Figura 3. HQ3 – Água no freezer.



Fonte: Material de pesquisa.

A HQ permitiu que os alunos expressassem suas concepções alternativas, oferecendo ao professor a grande oportunidade de trabalhar com essas concepções, estabelecendo um processo de construção de conceitos. Por exemplo, na tira 4, há uma boa possibilidade de problematizar se o aumento de tamanho da garrafa seria nessa proporção em que foi representado pelo aluno. A garrafa teria elasticidade suficiente para aumentar tanto de tamanho, ou ela estouraria? Outra possibilidade é explorar, a partir da tira 6, se o aluno compreende que uma molécula, ao liberar energia, expande o tamanho. O volume não deveria diminuir em uma situação de maior organização, pois haveria diminuição de espaços?

O professor pode também utilizar a analogia dos relacionamentos para explorar os conceitos dos estados físicos – sólido, líquido e gasoso. Os “solteiros” (separados/soltos) poderiam representar o estado gasoso, no qual há alta energia cinética e baixa energia potencial. Com energia intermediária, viria o estado líquido, representado por “namorados” ou “noivos”, em que há algum compromisso assumido pela ligação. Por último, no estado sólido, representado pelos “casados”, em que há uma união mais estável (menor movimento e energia cinética) pela ligação mais forte (maior energia potencial, estão mais “presos” em posições fixas e mais ordenadas). Podem também discutir o significado que os alunos estão atribuindo a energia e ligação, reconhecendo o tipo de ligação que ele pensa que ocorre, lembrando que, quando se fala em ligação o aluno pensa em formação de substâncias.

Tanto a HQ2 quanto a HQ3 podem gerar, em sala de aula, discussões que possibilitem a comparação entre as histórias e os processos que ocorrem em ambas. Em linhas gerais, uma história se dá no sentido contrário da outra, uma vez que a HQ2 possibilita problematizar o conceito de absorção de energia, enquanto na HQ3, podem ser exploradas a liberação de energia e a reorganização das moléculas.

Alguns encaminhamentos que podem ser dados por um professor, para utilização desse material em sala de aula, seriam:

1. Apresentar as HQs aos alunos e pedir que realizem uma primeira leitura;
2. Pedir que estabeleçam semelhanças e diferenças entre elas.

3. Propor uma discussão ou questões a serem respondidas de forma escrita, a partir de alguns aspectos específicos das tiras, como por exemplo:
- No caso da HQ2:
 - Explicar, em termos físicos, o que ocorreu na 5ª tira.
 - Analisar a explicação apresentada pelo personagem na 7ª tira, identificando qual equívoco conceitual foi cometido em sua fala. Reescrever essa fala corrigindo-a.

 - No caso da HQ3:
 - Analisar as afirmativas a seguir, classificando-as como verdadeiras ou falsas. Reescrever as afirmativas falsas, corrigindo-as:
 - () Na 4ª tira, a garrafa “ficou maior” porque as moléculas de água estavam de forma desordenada.
 - () Em termos químicos, o aumento do volume da garrafa se dá pela reorganização das moléculas ao liberarem energia.
 - () Na 7ª tira, a analogia a um relacionamento, e que remete ao comportamento das moléculas está correta, visto que ocorre sua separação durante o processo de solidificação.

 - Analisando conjuntamente HQ2 e HQ3:
 - Identificar os processos de mudança de estados físicos envolvidos em cada uma das HQs.
 - Reescrever a fala, na 7ª tira da HQ2, considerando o contexto da HQ3 (Por exemplo, “pois a moléculas de água liberam energia, fazendo assim elas se unirem e virarem gelo”).

 - Extrapolando as HQ: considerando que as duas HQ abordam os processos de evaporação e solidificação, pode-se propor uma discussão abordando também a sublimação e a ressublimação, envolvendo aspectos relacionados ao rearranjo das moléculas, bem como a liberação/absorção de calor (energia). Para isso, o professor pode utilizar uma atividade experimental em laboratório explanando

conceitos de mudanças de estados físicos, como o próprio exemplo da garrafa, fazendo os processos de liberação e absorção de calor (energia) em condições diferenciadas.

- Outro ponto que pode ser explorado é explicar que a água tem um comportamento anômalo de expansão, assumindo um maior volume no estado sólido. Esta exceção faz o gelo boiar na água, ao invés de afundar, como demais sólidos (comparar com um ovo cozido, por exemplo, a partir de uma atividade experimental em laboratório de Ciências). Aqui poderia ser introduzido o conceito de densidade.

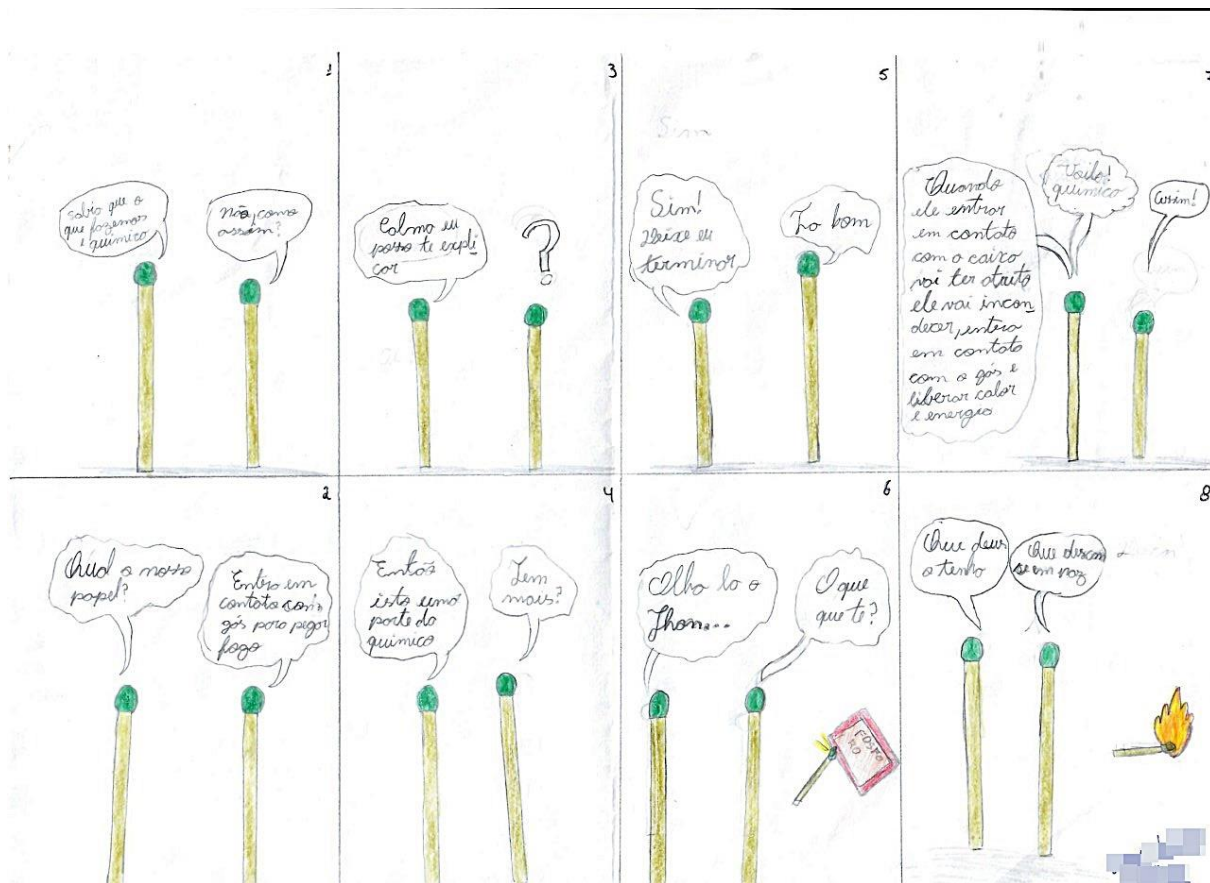
Figura 4. HQ4 – Está chovendo.



Fonte: Material de pesquisa.

O aluno expressou suas concepções alternativas e de senso comum na HQ, é uma boa oportunidade para o professor explorá-las, não na perspectiva de dizer que há um equívoco, mas com estratégias que façam a turma pensar a respeito e perceber que o modelo utilizado pelo aluno na HQ não se explica e tem lacunas. Uma possibilidade é, inicialmente, pedir que os alunos busquem nas falas dos personagens trechos com conceitos químicos utilizados de forma equivocada e, em seguida, organizem argumentos (por exemplo, gravando um vídeo, ou encenando uma pequena peça teatral) explicando o porquê dos equívocos. Uma pesquisa sobre a formação do granizo poderia ser explorada, para justificar em que casos pode vir a ocorrer a formação de sólidos.

Figura 5. HQ5– Conversa entre palitos de fósforo.



Fonte: Material de pesquisa.

Figura 6. HQ6 – Conversa entre palitos de fósforo – outra versão.



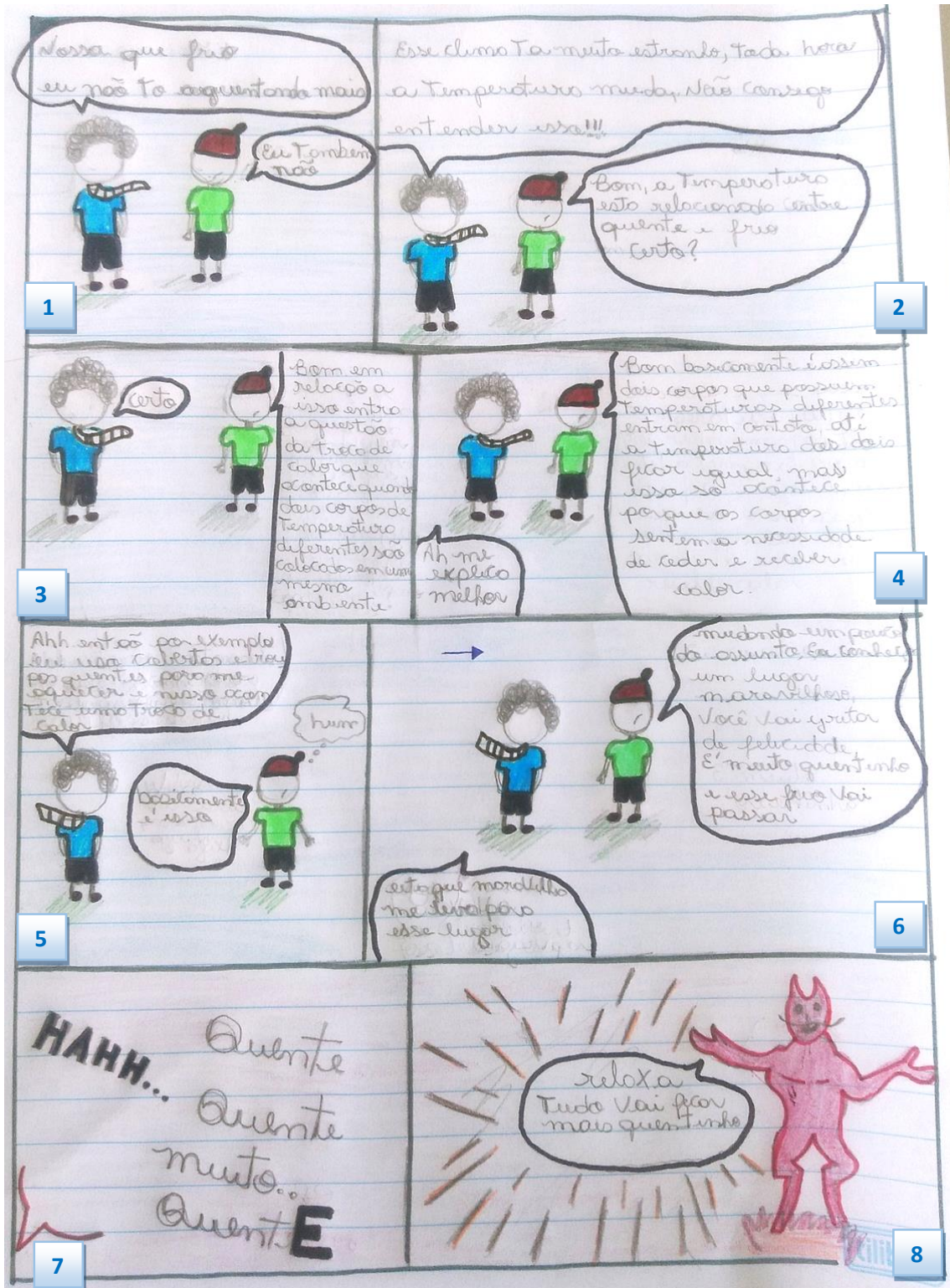
Fonte: Material de pesquisa.

Como forma de explorar as HQ5 e HQ6 em sala de aula, pode-se solicitar que, após a leitura de cada uma delas, os alunos procurem estabelecer semelhanças, identificando o processo químico central (combustão) que aparece em ambas. Em seguida, pode-se convidar os alunos a identificarem termos que possam ser desconhecidos, como por exemplo, atrito, incandescer, ignição, autoignição e oxidante. Na continuidade, o professor pode organizar um roteiro de estudo dirigido para compreensão do fenômeno de combustão, e sua relação com a Termoquímica. Os alunos, organizados em grupos de dois ou três integrantes, podem utilizar livros didáticos e/ou consulta à internet para o desenvolvimento deste trabalho. O roteiro pode ser construído com questões como:

- Explique como funciona o processo de combustão.
- O que é combustível, e o que é comburente? Apresente exemplos.
- Explique por que o processo de “atrito” possibilita a ocorrência de uma reação de combustão.
- O que é temperatura de autoignição?
- O que é um oxidante?
- Que critério pode-se utilizar para classificar um oxidante como forte ou fraco?
- Proponha uma explicação do porquê palitos de fósforo podem acender, que seja compreensível ao personagem da história.

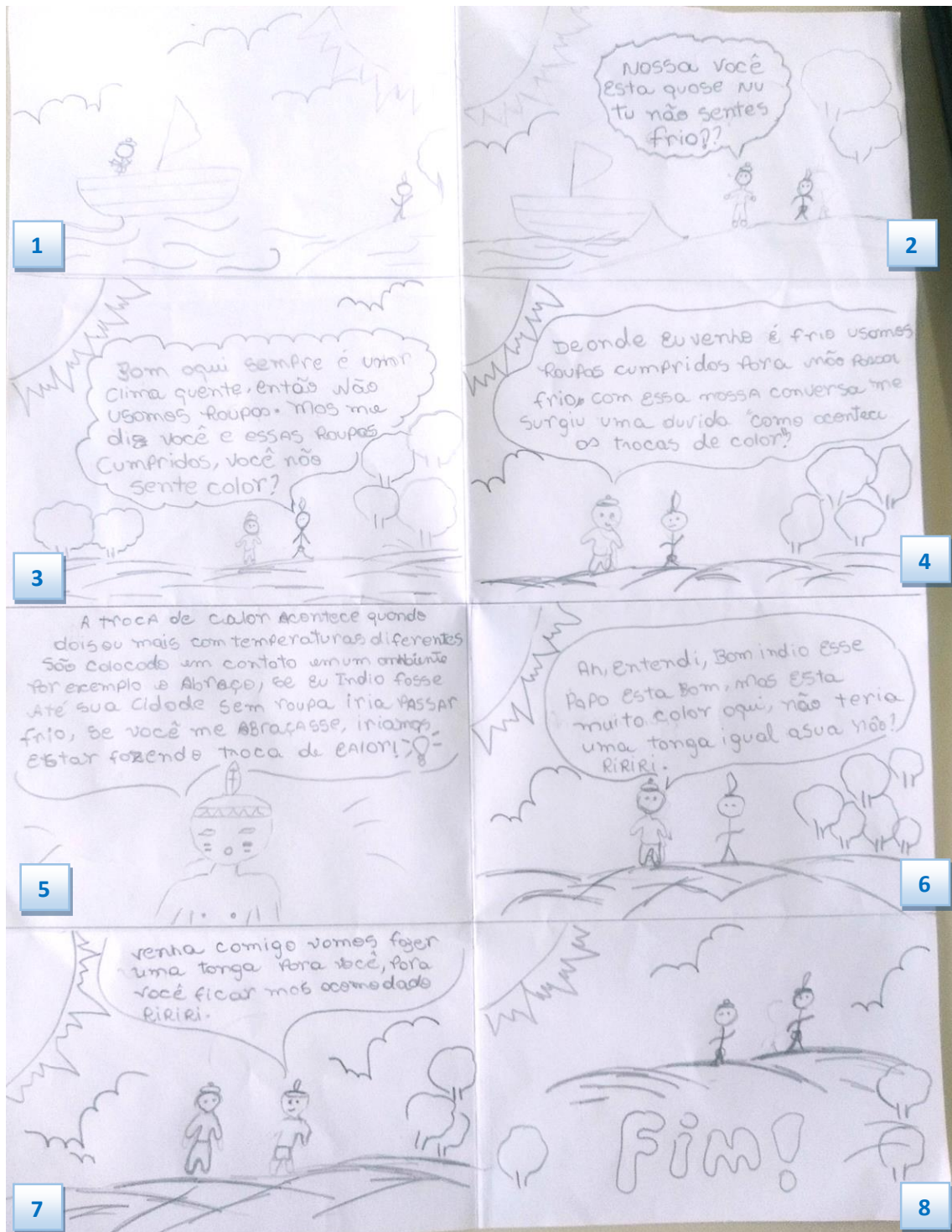
Após o trabalho em grupos, o professor pode convidar algumas equipes para expor suas respostas às questões, promovendo uma discussão coletiva e sistematizando os conceitos químicos. Outra possibilidade é a exploração de vídeos, como o produzido pela *American Chemical Society* (disponíveis em https://www.youtube.com/watch?time_continue=26&v=y2ErAPODA6U&feature=emb_logo) explicitando os reagentes envolvidos e a visão em câmera lenta da reação na cabeça do fósforo.

Figura 7. HQ7 - Conversa entre amigos.



Fonte: Material de pesquisa.

Figura 8. HQ8 - Indiozinho sabidão.



Fonte: Material de pesquisa.

Pode-se explorar as HQ7 e HQ8 em sala de aula de forma conjunta, abordando a diferença entre os conceitos de temperatura e calor, problematizando as concepções alternativas associadas a esses conceitos. Para

tal, pode-se

1. Apresentar as HQs aos alunos e pedir que realizem uma primeira leitura;
2. Pedir que estabeleçam semelhanças e diferenças entre as duas HQs, identificando os personagens, o contexto e o enredo.
3. Pedir que os alunos identifiquem falas dos personagens que remetam a conceitos químicos;
4. Propor uma discussão inicial, buscando envolver toda a turma, no sentido de explicitar concepções alternativas que os alunos têm de expressões como “sentir frio”, “sentir calor”, “trocas de calor”.
5. Solicitar que, com auxílio de livros didáticos e em pesquisa na internet, definam os termos “temperatura” e “calor”.

Uma sugestão seria o trabalho com atividades experimentais que possibilitem explicitar concepções alternativas dos alunos sobre calor e temperatura, e a partir delas favorecer a construção dos conceitos científicos correspondentes. Mortimer e Amaral (1998) sugerem quatro atividades para explicitá-las e favorecer a construção dos conceitos científicos a partir das concepções alternativas dos alunos sobre calor e temperatura.

Na primeira atividade, intitulada “Comparação de um termômetro de laboratório com um termômetro clínico”, o objetivo é entender o funcionamento dos termômetros e discutir a ideia de equilíbrio térmico. Nesta, podemos fazer uma analogia com o abraço e tentar fazer uma comparação de ambos os processos com os conceitos em questão.

Na segunda atividade sugerida pelos autores, “Sensação de quente e frio, temperatura e calor específico”, o objetivo é entender a diferença entre a sensação de quente e frio e o conceito de temperatura. Para realizar, pode-se utilizar o próprio corpo como um termômetro em várias situações para verificar o que ocorre. A conclusão mais importante dessa atividade é que nem sempre a sensação de quente e frio corresponde a uma diferença real de temperatura, o que pode ser discutido mais sucintamente com os alunos, evidenciando a diferença do que é calor e o que é temperatura.

Com a atividade 3, “Temperatura e calor”, tem-se como objetivo estabelecer a relação entre calor e diferença de temperatura, por meio do cálculo

da quantidade de calor transferida entre duas massas iguais de água, a diferentes temperaturas. Na linguagem cotidiana, estamos acostumados a considerar o calor como diretamente proporcional à temperatura. De acordo com essa concepção alternativa, sempre há mais calor quando a temperatura é mais elevada. Nessas condições, poderíamos aprofundar a discussão para introduzir o conceito de Entalpia (H), conteúdo mais aprofundado da Termoquímica.

Por fim, na atividade 4, “Condições para que a água entre em ebulição”, o objetivo é explorar a ideia de que só existe transferência de calor quando há uma diferença de temperatura entre dois sistemas. Esse oferece oportunidade para que se discuta que só haverá calor quando há diferença de temperatura, além de permitir a discussão dos porquês da prática cotidiana de se usar o ‘banho-maria’ para aquecer bebidas. Além disso, é possível realizar uma discussão sobre o calor envolvido em processos como mudanças de estados físicos.

Após o trabalho experimental e em explicações complementares apresentadas pelo professor (por meio de *slides* ou anotações no quadro de giz), pode-se pedir que os alunos realizem uma análise crítica das HQs, destacando quais falas dos personagens apresentam equívocos.

O professor pode, também, propor uma discussão a partir de alguns questionamentos orais, ou que os alunos respondam, por escrito, a algumas questões acerca de aspectos específicos das HQs, como por exemplo:

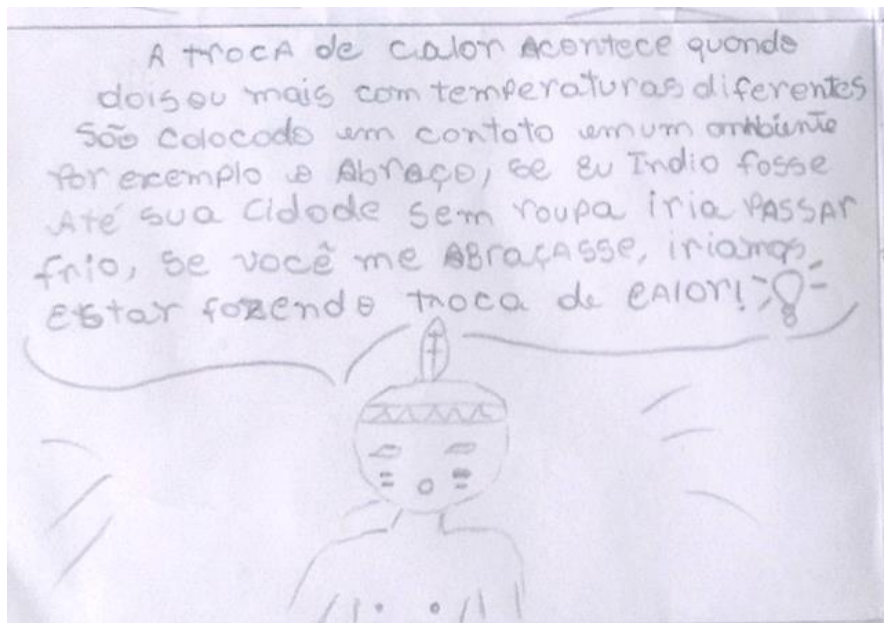
- Com base nos conceitos apresentados e na discussão realizada, analise as tiras 1 e 2 da HQ7 e responda:



- a) O que faz com que a temperatura mude?
- b) Como você avalia a fala “a temperatura está relacionada entre quente e frio”?

c) Como você relaciona o conceito científico de calor e a expressão “sentir calor”?

- Acerca da tira 5 da HQ8:



- a) Como você associaria o abraço aos conceitos abordados nessa aula?
- b) O que significa, em termos científicos, dizer que usamos roupas para não sentir frio?
- c) Reformule a fala do personagem corrigindo a expressão “se você me abraçasse, iríamos estar fazendo troca de calor”, de modo que ela esteja correta de acordo com a Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

São diversos os usos que um professor pode fazer de HQs no ensino da Química, incluindo o trabalho com leitura, a construção de HQs pelos alunos, ou a análise de conteúdos científicos presentes nas HQs. Neste trabalho, focamos em possibilidades de ser abordado conceitos químicos a partir da produção dos próprios alunos. Destacamos que, a partir delas, podem ser evidenciadas concepções alternativas que o professor pode explorar, tornando o trabalho com as HQs um meio para que haja uma melhor compreensão dos conceitos científicos.

Na percepção do pesquisador, que também era professor da turma, o trabalho com este recurso didático estimulou a participação ativa dos alunos, que se mostraram motivados com a proposta organizada com seus interesses e favorecendo o seu protagonismo (BRASIL, 2017). As HQs serviram como material que pode contribuir para a alfabetização científica dos alunos, permitindo superar o desinteresse de muitos deles em relação ao modo como a Química costuma ser abordada em sala de aula, centrado na memorização de fórmulas e conceitos sem relação com o seu cotidiano.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

JACQUES, V. **A energia no ensino fundamental: o livro didático e as concepções alternativas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LEÃO, N. M. M.; KAHLIL, J. B. Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 4, p. 4601-4603, 2015.

LEÃO, N. M. M.; KAHLIL, J. B. Concepções Alternativas como obstáculos no Ensino- Aprendizagem da disciplina Física. **Latin American Journal of Science Education**, v. 4, n.2, p.1-10, 2017.

LORENZONI, M. B.; RECENA, M. C. P. Contextualização do ensino de termoquímica por meio de uma sequência didática baseada no cenário regional "queimadas" com experimentos investigativos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, p. 40-65, 2017.

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

MORTIMER, E. F.; AMARAL, E. M. R. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n.3, p. 5-18, 2001.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Curitiba: SEED/DEB-PR, 2008.

SILVA, D. A. M. **Análise dos conteúdos termodinâmicos em livros de química e física do ensino médio**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.