



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DO CAA  
CURSO QUÍMICA- LICENCIATURA

NATÁLIA DA SILVA MONTEIRO

**O USO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO INSTRUMENTO  
INFLUENCIADOR DA COMPREENSÃO DE METAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Caruaru-PE

2020

NATÁLIA DA SILVA MONTEIRO

**O USO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO INSTRUMENTO  
INFLUENCIADOR DA COMPREENSÃO DE METAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Química-Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Área de concentração:** Ensino de Química.

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos.

Caruaru-PE

2020

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

M775f Monteiro, Natália da Silva.  
O uso das histórias em quadrinhos como instrumento influenciador da compreensão de metais na educação básica. / Natália da Silva Monteiro. – 2020.  
58 f. il. ; 30 cm.

Orientadora: Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2020.  
Inclui Referências.

1. Química – Estudo e ensino. 2. História em quadrinhos na educação. 3. Metais. 4. Educação básica. I. Vasconcelos, Flávia Cristina Gomes Catunda de (Orientadora). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.)

UFPE (CAA 2020-098)

NATÁLIA DA SILVA MONTEIRO

**O USO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO INSTRUMENTO  
INFLUENCIADOR DA COMPREENSÃO DE METAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação  
Química-Licenciatura da Universidade  
Federal de Pernambuco, como requisito  
parcial para a obtenção do título de  
Licenciado em Química.

Aprovada em: 13/10/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia Cristina Gomes Catunda de  
Vasconcelos. (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. José Ayrton Lira dos Anjos (Examinador  
Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos  
(Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

A professora Flávia Vasconcelos, minha orientadora, que se disponibilizou e acreditou na minha proposta de trabalho, me auxiliando e contribuindo com sugestões que foram preciosas para o encaminhamento e concretização desta monografia.

A professora Ana Paula Souza, que me acompanhou desde a disciplina de metodologia da pesquisa até TCC 2, agradeço por todos os puxões de orelha e contribuições ao meu trabalho.

A meus pais que nunca soltaram a minha mão e me oportunizaram uma vida inteira de amor e apoio. A minhas irmãs que sempre acreditaram em mim e estiveram sonhando junto comigo. Agradeço também aos meus colegas de classe que sempre se mostraram verdadeiros e companheiros em frente às situações acadêmicas, e em especial, aos meus amigos: Hellen Marinho, Karla Kilma, Djalma Oliveira, Luís Henrique, Jessica Damiana, Isabela Paula e Sinthia Pontes, sou grata por todo o apoio, conhecimento, e risadas que vocês me proporcionaram. Agradeço também as minhas amigas de vida Kharys Morais e Gabriela Pedrosa, por fazerem parte de toda a minha trajetória acadêmica, me incentivando e me fazendo acreditar no meu potencial.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta uma sequência didática desenvolvida para o ensino de metais a partir de uma história em quadrinhos (HQ), um possível recurso capaz de viabilizar o processo de ensino e aprendizagem de Química. Considerando que as práticas de ensino tradicionais e descontextualizadas contribuem para a desmotivação dos alunos da disciplina de Química, surge a necessidade de inovação dessas práticas, bem como a utilização de recursos alternativos que despertem o interesse por esta ciência. Assim, este trabalho tem como objetivo investigar o potencial que a HQ do personagem Wolverine da série X-Men tem para o ensino de metais na educação básica, bem como para o desenvolvimento de habilidades e competências elencadas nos documentos oficiais da educação, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Para tanto, o trabalho foi realizado seguindo os preceitos de uma pesquisa qualitativa descritiva, aplicada a uma turma do primeiro ano do ensino médio, na qual a análise dos dados foi realizada com base em registros audiovisuais e aplicação de questionário. Foi perceptível que a HQ mostrou-se um recurso que permite a discussão de temas transversais em sala de aula, o que possibilitou o desenvolvimento de competências elencadas pelos PCN nos alunos, e um excelente recurso para a apresentação de conteúdos científicos em Química, considerando que os alunos puderam discutir aspectos sociais, ambientais e econômicos, com base no progresso científico e tecnológico.

Palavras-chave: Contextualização, Ensino de Química, Quadrinhos, Metais.

## ABSTRACT

The present work presents a didactic sequence developed for the teaching of metals from a comic book (HQ), a possible resource to enable the process of teaching and learning Chemistry. Considering that traditional and decontextualized teaching practices contribute to the demotivation of students in the Chemistry discipline, there is a need for innovation in these practices, as well as the use of alternative resources that arouse interest in this science. Thus, this work aims to investigate the potential that the HQ of the character Wolverine of the X-Men series has for teaching metals in basic education, as well as for the development of skills and competences listed in the official documents of education, such as the Parameters National Curriculum (NCP). Therefore, the work was carried out following the precepts of a qualitative descriptive research, applied to a class of the first year of high school, in which the data analysis was performed based on audiovisual records and questionnaire application. It was noticeable that the HQ proved to be a resource that allows the discussion of transversal themes in the classroom, which enabled the development of skills listed by the PCN in students, and an excellent resource for the presentation of scientific content in Chemistry, considering that students were able to discuss social, environmental and economic aspects, based on scientific and technological progress.

Keywords: Contextualization. Chemistry teaching. Comics. Metals.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>15</b>
2.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL DE TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Aspectos históricos e aplicação das histórias em quadrinhos</b> .....	<b>16</b>
3.1.1	A Origem das Histórias em Quadrinhos.....	<b>16</b>
3.1.2	As Histórias em Quadrinhos no ensino.....	<b>18</b>
3.1.3	Histórias em Quadrinhos no ensino de Química.....	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>O ensino de Química e os documentos oficiais da educação brasileira</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Metais: suas aplicações e perspectivas a luz da Química</b> .....	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Origens: Wolverine</b> .....	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>50</b>
	<b>ANEXO A – NOTÍCIA PARA DISCUSSÃO</b> .....	<b>55</b>
	<b>ANEXO B – HISTÓRIA EM QUADRINHO</b> .....	<b>56</b>
	<b>ANEXO C – TEXTO PARA DISCUSSÃO</b> .....	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A importância de inovar os processos de ensino-aprendizagem na escola é necessária, tendo em vista que cada vez mais se observam mudanças e avanços na sociedade, tanto em termos sociais como tecnológicos. Diante disso, o professor tem que ensinar não apenas os processos teóricos, conceituais e procedimentais para os alunos, mas também ensiná-los como se portarem diante daquele conhecimento (TEIXEIRA; VAZ, 2001 apud NEVES, 2012).

A adoção de metodologias de ensino nas quais o professor é considerado o centro do processo de ensino-aprendizagem, detentor de todo o conhecimento e o aluno um mero receptor que absorve o conhecimento transmitido para ele, vem sofrendo críticas há bastante tempo, fazendo-nos pensar em novas estratégias didáticas capazes de romper com essa dicotomia que coloca o aluno como sujeito passivo e o professor o ativo de todo o processo de ensino, presente nessa lógica de caráter tradicionalista.

Segundo Rocha e Vasconcelos (2016) no ensino de Química, assim como tem sido visto também em outras disciplinas da área de Ciências da Natureza, os alunos demonstram-se desconfortáveis e desinteressados com relação à aprendizagem da ciência devido à dificuldade de compreensão dos conteúdos e a falta de relação deles com o cotidiano, sendo então considerado pelas autoras, uma consequência do ensino tradicional. Nessa perspectiva, devido aos professores optarem pela adoção de metodologias que estimulam a memorização e passividade dos alunos frente ao que é ensinado, o interesse dos alunos pela disciplina acaba sendo prejudicado, assim como também, a curiosidade, criticidade, e instinto de pesquisador dos aprendizes.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os conteúdos da Química podem ser ensinados em uma perspectiva que possibilite a elaboração de sentido e significado para o estudante, pois a simples transmissão de informações com exemplos superficiais e fora do contexto social do aluno não possibilita que o mesmo construa seu conhecimento, nem o utilize em suas vivências corriqueiras (BRASIL, 1998). Visto que, segundo Moraes (1997) o modelo de aula no estilo tradicional só possibilita que os discentes reproduzam o conhecimento repassado pelo professor e repitam os modelos ensinados, se tornando sujeitos incapazes de criar, pensar, construir e reconstruir conhecimentos.

Diante disso, tornar o aluno um sujeito ativo nesse processo tem se tornado um dos pontos principais para o rompimento da lógica do ensino tradicional, atrelado a isso, vem surgindo diferentes estratégias metodológicas que oportunizam um ensino mais

dinâmico em que o aprendiz é visto como agente participativo no viés de construção da sua aprendizagem. Dentre estas, as Histórias em Quadrinhos (HQ) têm sido citadas e colocadas no quadro de recursos didáticos que podem ser utilizados como metodologias diferenciadas que possibilitam bons resultados educacionais, quando utilizadas de forma correta.

Para Luyten (2011), as HQ no ensino podem ser vistas como um meio constituído de um código gráfico dotado de ideologias que permitem que os alunos interpretem-no sem acesso a uma chave, sendo ainda um recurso que pode atingir de forma positiva os aprendizes, pois ainda segundo a autora, os quadrinhos “falam” com eles da maneira que eles se identificam e se entendem no mundo.

Além disso, os quadrinhos se apresentam como materiais que possibilita pensá-los como leituras de caráter mais agradável e divertida, oportunizando uma “fuga” daquele ambiente tradicional e favorecendo então o afloramento da curiosidade; da motivação, por instigar os alunos a refletir sobre o que essas histórias apresentam; pensamentos abstratos e imaginação dos alunos. Como ressalta Neves (2012), as HQs por serem constituídas por diversos atributos como imagens que podem ser entendidas como textos escritos; linguagem verbal com expressões do cotidiano; estrutura dos quadros e seus detalhes favorecem o prazer para o leitor por essa riqueza em sua construção.

De modo complementar, segundo Macedo (2011) elas podem intensificar a motivação para o despertar da criatividade e para construção desse trabalho indaga-se em como a utilização de histórias em quadrinhos pode influenciar no entendimento sobre o assunto de Metais no ensino de Química na educação básica?

Em cima disso, foi investigado como a HQ do personagem Wolverine da série X-Men, pode viabilizar no entendimento do conteúdo de metais na educação básica. Levando em consideração que o quadrinho escolhido para compor a sequência didática desta pesquisa, apresenta elementos que podem ser explorados em uma abordagem contextualizada, como também capacidade de atrair a atenção dos discentes pelo fato do personagem da série ser bastante conhecido e está presente também em filmes e desenhos animados, tornando seu conhecimento por parte dos jovens maior.

Neste trabalho, serão exploradas informações referentes a metais que podem ser discutidas nas aulas de Química, como as propriedades metálicas e a exposição de temas transversais. Foi um estudo aplicado em uma instituição participante do programa residência pedagógica, onde a autora que estava no programa atuou.

Nessa perspectiva, os objetivos desse trabalho se volta para a investigação e identificação da potencialidade que o quadrinho possui para a apresentação de

conteúdos da Química e o desenvolvimento de habilidades e competências descritas nos PCN's. Visto que, acredita-se que o quadrinho permite que os estudantes saiam da zona de passividade e sintam-se motivados e instigados para discutirem e participarem mais do processo de construção do conhecimento, por apresentar ilustrações e textos com linguagens que eles se identificam.

O presente trabalho de conclusão de curso está dividido em cinco seções, na qual primeiramente tem-se uma revisão da literatura abordando os principais conceitos e definições dos metais; origem das histórias em quadrinhos; o uso dos quadrinhos no ensino, principalmente no de Química. Em seguida, apresenta-se os métodos que a aplicação da pesquisa, bem como as análises dos dados e resultados e discussão, acompanhando também sua conclusão.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Investigar como o uso de histórias em quadrinhos pode potencializar a discussão de conteúdos envolvendo de metais na educação básica, favorecendo o desenvolvimento de competências e habilidades elencadas pelos PCN.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar a emergência de conceitos relativos a propriedades metálicas tais como condutibilidade, maleabilidade, ductilidade, ponto de fusão e ebulição, brilho e cor no contexto das HQs a partir de uma linguagem e de uma conjuntura acessível.
- Analisar as contribuições do recurso para o entendimento das implicações sociais, econômicas e ambientais no contexto de obtenção dos metais visando o desenvolvimento de habilidades dos PCN no âmbito da contextualização sócio-cultural.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Aspectos históricos e aplicação das histórias em quadrinhos

##### 3.1.1 A Origem das Histórias em Quadrinhos

As histórias em quadrinhos (HQ), por se tornarem um meio de comunicação em massa presente na sociedade, por muito tempo foram vistas como um instrumento de “desconfiança” com relação ao efeito que elas poderiam causar aos leitores, pois abordavam uma gama de conteúdos nos quais, dentre eles, estavam os comerciais e aventuras fantasiosas, que eram entendidos até o momento, por pais e professores, como leituras que poderiam afastar os jovens e crianças de textos mais aprofundados (RAMA; VERGUEIRO, 2018; PIZARRO, 2009). Dessa forma, as represálias sofridas pelos apreciadores das histórias em Quadrinhos dificultaram com que eles fossem usados na escola.

Rama e Vergueiro (2018) abordam brevemente o porquê das HQ inicialmente terem tido uma péssima aceitação na comunidade de pais e professores. Segundo os autores, com a evolução das indústrias tipográficas e jornais com tradição iconográfica, as produções de quadrinhos avançaram no mercado como um meio de comunicação em massa, sendo que nos Estados Unidos da América (EUA) no final do séc. XIX esse avanço se deu de forma mais consistente. No início, os quadrinhos traziam um estilo cômico, abordando desenhos satíricos e personagens caricaturais; anos depois surgiram as tiras nos jornais, mas ainda com a característica do estilo cômico e/ou irônico. Nos anos 20, surgem os *comicbooks* (ou gibis) neles eram abordadas histórias de super-heróis, como Batman, Superman e Flash Gordon, que fortaleceram significativamente o consumo dos quadrinhos entre os jovens, consumação que foi expandida mais ainda com a presença da segunda guerra mundial.

Ainda, segundo Rama e Vergueiro (2018) foi durante o final da segunda guerra que as HQ construíram sua má reputação referente à sua “péssima influência para os leitores”, visto que nessa época surgiram juntamente os gêneros de terror e suspense com representações bem realistas, se tornando devido a isto, extremamente populares entre os leitores jovens, provocando então na sociedade uma grande preocupação. Pós-segunda guerra e início da guerra fria, um psiquiatra alemão, conhecido como Fredric Wertham fortaleceu ainda mais a visão negativa dos quadrinhos quando lançou um livro em 1954 de título “A sedução dos inocentes” que continha alusões das HQs ao comportamento anormal dos jovens adolescentes. Para o especialista, as histórias em

quadrinhos de terror e suspense, principalmente, eram grandes ameaças à juventude norte americana, e suas conclusões foram sustentadas baseadas em estudos com pacientes problemáticos e com doenças patológicas (RAMA; VERGUEIRO, 2018).

Por falta de conhecimento da sociedade acerca das potencialidades dos quadrinhos, eles foram vistos como leituras negativas por um bom tempo. Felizmente, com o passar dos anos, ganharam reconhecimento sendo aceitos como instrumentos pedagógicos que auxiliam na dinamização do conhecimento escolar, e aproximam os jovens da leitura.

No final do século XX, na Europa, as HQs se tornaram um meio de comunicação e manifestação artística; editoras como Larousse, na França, influenciaram outras editoras a produzirem obras com características de quadrinhos, o que fortaleceu ainda mais para que as histórias em quadrinhos fossem percebidas como instrumentos que serviriam para transmitir conteúdos escolares; Em 1970 na Europa, os quadrinhos tratavam de temas escolares e nessa mesma época, era retratado que eles trabalhavam de forma mais lúdica e agradável os conhecimentos; em 1990, no Brasil, muitos autores de livros didáticos incorporaram a linguagem dos quadrinhos em suas obras, após a avaliação realizada pelo Ministério da Educação (MEC) nesta mesma época (RAMA; VERGUEIRO, 2018).

Em muitos países, incluindo no Brasil, os órgãos oficiais da educação reconheceram as HQ e a importância delas no currículo escolar, passando então a desenvolverem orientações para a sua utilização (RAMA; VERGUEIRO, 2018). É o caso da LDB (Lei de Diretrizes e Bases) e dos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) do Brasil, que apresentam orientações de inclusão dos quadrinhos no ambiente escolar. Assim, na medida em que os quadrinhos foram ganhando um novo status na sociedade, ao serem considerados materiais úteis à comunicação, mesmo para pessoas não letradas, os educadores que ainda não reconheciam as potencialidades dos quadrinhos, repensaram seus julgamentos quanto a eles, favorecendo ainda mais a inserção deles em livros didáticos. Para Pizarro (2005, p.37 apud PIZARRO, 2009, p.2):

Pode-se dizer que, a partir da aceitação dos quadrinhos nos livros didáticos, a ideia de nocividade dos mesmos cai por terra. Embora essa linguagem, muitas vezes seja empregada nos livros de maneira errônea, foi a entrada das historinhas nos livros didáticos que fez com que as mesmas passassem a ser vistas (até mesmo pelos mais tradicionais) como possível material educativo, uma vez que agora estavam presentes no material didático indicado para sala de aula.

Essa mudança de entendimento quanto a utilidade dos quadrinhos como possíveis recursos didáticos, que tornam o aprendizado mais dinâmico e atraente,

fortaleceu a sua inserção em livros didáticos utilizados em sala de aula. Mesmo que as produções dessas HQs não atendessem as configurações e características corretas envolta da construção de quadrinhos e aparecerem inicialmente nas salas de aula como “ilustrações textos ou para auxiliar a explanação de um conteúdo que necessitaria de ser explicado de forma visual” (ARAÚJO; COSTA ;COSTA, 2008, p.32), sua inserção nos livros, incentivou sua utilização no ensino, como também o seu aprimoramento.

### 3.1.2 As histórias em Quadrinhos no Ensino

A utilização dos quadrinhos em sala de aula pode possibilitar melhor compreensão dos assuntos que são explorados no contexto escolar. Visto que, por apresentar uma linguagem verbal e visual, por vezes, em sua constituição, faz com que os alunos se sintam empenhados em tentar relacionar esses dois códigos de linguagem, a fim de buscar compreender a mensagem que a história em quadrinho quer transmitir. Além disso, traz um contexto que oportuniza os aprendizes a não terem medo de errar, podendo interpretar do seu jeito o que a história apresenta. Como argumenta Palhares (2010, p.9 apud Neves, 2012 p. 12):

A interpretação do não verbal, assim como do verbal, pressupõe a relação com a cultura, com o histórico, com a formação social do sujeito intérprete. Nesse sentido, na história em quadrinhos são veiculadas duas mensagens: uma icônica ou visual e outra linguística, que se relacionam, constituindo uma mensagem global. A mensagem icônica e verbal nos quadrinhos, não se excluem, mas interagem, combinando de tal forma a ponto de permitir novas possibilidades de encaminhamento e de recepção da mensagem.

Sendo assim, as HQs se tornam instrumentos ricos para introduzir temas do cotidiano do aluno e ampliar o processo de discussão e compreensão dos conteúdos, na visão e a partir da interpretação de cada aluno. Podendo ser utilizadas em sala de aula de diferentes formas, bastando que o professor saiba os devidos objetivos e fins de ensino para o seu uso, pois sem a mediação do mesmo ou inserção de outros meios didáticos, o uso do quadrinho pode não ser favorável, como destaca Rama e Vergueiro (2018, p.21):

Os quadrinhos não podem ser vistos pela escola como uma espécie de panaceia que atende a todo e qualquer objetivo educacional, como se eles possuíssem alguma característica mágica capaz de transformar pedra em ouro. Pelo contrário, deve-se buscar a integração dos quadrinhos a outras produções das indústrias editorial, televisiva, radiofônica, cinematográfica etc., tratando todos como formas complementares e não como inimigas ou adversárias na atenção dos estudantes.

Ou seja, a utilização desse recurso necessita do engajamento do professor para

que haja um sentido em sua utilização no ensino dos conteúdos, pois a aula não acaba e não se sustenta apenas com os quadrinhos, é necessária uma sequência didática bem estruturada para o seu uso.

Dessa forma, os quadrinhos podem ser inseridos no ensino com objetivos de incentivar a leitura; a escrita; a introdução/revisão de um novo conceito/ conteúdo; a contextualização; a discussão de temas transversais, dentre outros (RAMA; VERGUEIRO, 2018). Além disto, elas podem ser vistas como um meio constituído de um código gráfico dotado de ideologias que permite que os alunos o interpretem sem acesso a uma chave, sendo ainda um recurso que pode atingir de forma positiva os aprendizes, pois, os quadrinhos “falam” com eles da maneira que eles se identificam e se entendem no mundo (LUYTEN, 2011). De modo complementar, os quadrinhos podem ser considerados como instrumentos capazes de possibilitar que o ensino seja mais agradável, pelo fato deles oferecerem meios para que os alunos possam expor o que pensam e o que conhecem de suas realidades sem medo de errar. Isso porque os códigos da linguagem verbal e visual que podem ser encontrados em suas constituições favorecem diferentes interpretações e, é do senso comum sabermos que cada ser humano é diversificado e deste modo apresentam pensamentos e olhares diferentes sobre as coisas.

### 3.1.3 Histórias em Quadrinhos no Ensino de Química

A disciplina de Química, segundo alguns pesquisadores (LABURÚ; BARROS; KANBACH, 2007.; MENDONÇA; CRUZ, 2008.; PAZ; PACHECO, 2010, dentre outros), tem sido vista como uma matéria desinteressante e desestimulante visto que ela geralmente é explorada de forma restrita ao uso de regras, fórmulas, nomenclaturas e cálculos que fogem da realidade e do cotidiano dos alunos. Dessa forma, Caruso *et al.* (2002) enfatizam que criar materiais pedagógicos que tornem as aulas mais dinâmicas é de grande urgência, uma vez que é possível motivar os alunos a partir deles, instigando-os a se tornarem ativos no processo de ensino e aprendizagem e na construção do seu próprio saber.

Como discutido na seção anterior, o uso de quadrinhos para fins de ensino de conteúdo, estimulam a leitura e a interpretação de textos contextualizados, além de motivar os alunos a participarem mais ativamente da ação de aprender. Partindo dessa ideia, os quadrinhos se apresentam como uma ferramenta didática que pode oportunizar aos aprendizes uma disciplina mais interessante mudando a visão deles a respeito dessa ciência.

De modo complementar, Macedo (2011) diz que as HQ podem potencializar a

contextualização no processo; as técnicas de ensino; e didática, sendo um instrumento promissor para o ensino-aprendizagem de Química, pois esses estímulos são necessários para compreensão de alguns fenômenos na ciência Química.

Com isso, Caruso *et al.* (2002) descreve diferentes formas de utilizar os quadrinhos no ensino de Ciências, dentro as quais estão: Introduzir em forma de HQ temas abordados no livro didático, propor experimentos referentes ao conteúdo apresentado na leitura do quadrinho, criar situações problemas, corrigir erros conceituais a partir de suas apresentações nas HQ, dentre outras.

Nessas situações, os quadrinhos vão estimular os estudantes a participarem mais das aulas, ampliarem suas leituras e interpretação de mundo, além de estimularem o cognitivo dos jovens, no que tange o desenvolvimento da inteligência; raciocínio mais direto; abstração; perspectiva e profundidade, pois despertam o interesse deles em assumir o papel de protagonismo e se engajarem no processo de aprendizagem (ARAÚJO; COSTA; COSTA, 2008.; CASTILHOS; KAMEL, 2008).

Dessa forma, a produção e uso das histórias em quadrinhos no ensino de Química vêm ganhando expressividade. Parafraseando Leite (2017) que traz em seu estudo uma breve revisão acerca de trabalhos publicados com abordagens no ensino de química, destacam-se alguns autores como: Santos e Pereira (2013) os quais abordam a inclusão das HQs nas aulas de um curso de licenciatura em Química para os discentes refletirem sobre a prática docente; Francisco Júnior (2013), Aquino e colaboradores (2015) que exploram os quadrinhos da turma da Mônica para o ensino-aprendizagem de substâncias químicas; Gonick e Criddle (2013) publicaram um livro “Química geral em quadrinhos”; Santos, Silva e Acioli (2012) apresentam construções de quadrinhos por alunos do ensino-médio voltados para discussão do meio ambiente; Calvacanti e colaboradores (2015) utilizam HQs para abordarem temáticas ambientais em três escolas públicas; Soares e Cruz (2016) também trabalham com estudantes elaborando quadrinhos a partir do conteúdo de radioatividade; Francisco Júnior e Gama (2017) trazem apontamentos em seus estudos, com algumas contribuições dos quadrinhos no ensino de Química e como eles podem ser utilizados.

Destaca-se ainda os trabalhos de Cunha e Vasconcelos (2017) que abordam construções de tiras cômicas de licenciandos do curso de Química de uma Universidade Federal de Pernambuco; aplicação de uma tira cômica envolvendo conteúdos de Química orgânica em uma turma de licenciandos em Química, em que a partir dela buscou-se analisar o letramento científico dos estudantes, bem como suas percepções em relação ao uso dos quadrinhos em sala de aula, e opiniões de professores a respeito do uso dos quadrinhos em sala de aula, a partir da apresentação de uma tira cômica de

Maurício de Sousa a eles, instigando-os a pensar e relacionar conteúdos possíveis de Química para explicar a situação explorada na mesma.

Nesta perspectiva, nota-se que as HQ vêm ganhando visibilidade quanto às potencialidades que seu uso pode oferecer no âmbito do ensino de Química, como sendo instrumentos capazes de propiciar abordagens diferenciadas que possibilitam maior participação dos alunos nas aulas, pois oferece uma gama de possibilidade de uso; gêneros e contextos que podem ser relacionados.

Além disso, considerando que muitas histórias da ficção científica, possui um contexto bem explorado nos quadrinhos, e envolve super-heróis, os jovens podem se interessar com expressividade por histórias desse estilo. Como destaca Carvalho (2009) os quadrinhos atraem a atenção dos jovens, pelo fato da combinação entre imagens; palavras; e qualidades de informações. E, não deixando de fora a era da indústria cinematográfica que com o passar do tempo passou a produzir filmes, séries e desenhos contando essas histórias de super-heróis abordadas nos quadrinhos, isto possibilitou ainda mais o aumento do conhecimento das pessoas quanto a estes personagens, tornando possível maior difusão deste universo entre os jovens. Logo, a abordagem no ensino acerca de algo que os alunos conhecem, têm contato ou ouviram falar alguma vez na vida, para discussão de novos assuntos pode tornar a aula promissora e atrativa.

### **3.2 O ensino de Química e os documentos oficiais da educação brasileira**

Referindo-se ao ensino e a prática pedagógica, os documentos oficiais que regem a educação como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) incentivam o uso dos quadrinhos em disciplinas como artes e língua portuguesa, sendo que para a primeira o uso deve ser no ensino fundamental I e para segunda no ensino médio. Não citando nada quanto às outras disciplinas, por entenderem os quadrinhos mais como instrumentos que auxiliam na escrita e leitura (BRASIL, 1998). Dessa forma como as HQs são mencionadas, exclui-se grande parte das potencialidades que elas possuem, as quais, inclusive, permitem que o uso desse material se estenda para outras disciplinas e séries, como já discutimos anteriormente e como ressalta Leite (2017, p. 61):

A utilização de HQs em sala de aula é vista, infelizmente, em muitos casos como uma aplicação restrita às séries iniciais do ensino básico. De fato, isso não é necessariamente verdadeiro. O uso das HQs pode ser direcionado para qualquer nível de ensino (do fundamental ao superior). Cabendo ao professor a tarefa de identificar e selecionar, dentre a extensa produção quadrinística direcionada aos seus estudantes, aquelas que melhor lhes permitem atingir seus objetivos

educacionais.

Ou seja, os quadrinhos não devem ser reduzidos apenas a algumas séries e disciplinas. Assim, retomando a discussão levantada anteriormente sobre a importância do professor enquanto mediador no processo de ensino-aprendizagem e na elaboração de sua aula, a qual deve contemplar uma história em quadrinho capaz de atingir objetivos de ensino que contribuirão para a aprendizagem de determinado conteúdo/conceito, excluindo assim a ideia de que as mesmas só auxiliam na escrita e leitura.

Leite (2017) argumenta que dependendo da metodologia e HQ utilizada em sala de aula é possível que contribuições como: prática da leitura, compreensão de conceitos científicos e interdisciplinaridade sejam alcançadas com o uso dos quadrinhos, mesmo que em sua maioria as histórias sejam fantasiosas. Rama e Vergueiro (2009) pontuam que os quadrinhos podem auxiliar tanto na prática da leitura, como também no vocabulário do estudante o qual é enriquecido, devido a grande quantidade de informações que as HQs podem apresentar; além de possibilitar maior compreensão dos conceitos estudados pelo fato das histórias em quadrinhos se constituírem por dois códigos (imagem e texto).

Dessa forma, podemos elencar que tudo depende do objetivo traçado pelo professor, HQ escolhida, e metodologia utilizada na aula. No entanto, vale ressaltar que se faz necessário que esse docente seja capacitado para utilizar tais estratégias, pois para Rama e Vergueiro(2009) de nada adianta o professor reconhecer a existência dos quadrinhos e elaborar grandes ideias para o seu uso, se não souber como pô-las em prática, sendo assim fundamental a reflexão quanto à como será explorado o material e suas potencialidades.

#### Nas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM):

A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola (BRASIL, 2006, p.87).

Sendo assim, o ensino de Química não deve apenas voltar-se para o ensino-aprendizagem da ciência em si, mas também em como o conhecimento da disciplina se faz presente na sociedade; sua importância para avanços tecnológicos e suas diversas aplicações. Para tal, referindo-se às implicações da Química no desenvolvimento da

sociedade, por exemplo, os PCN+ abordam um tópico relacionando à relevância do reconhecimento deste avanço contemporâneo com o envolvimento dessa ciência, avaliando os impactos na vida humana, como competências que os alunos devem desenvolver no ensino de Química.

Articular, integrar e sistematizar o conhecimento químico e o de outras áreas no enfrentamento de situações-problema; por exemplo, identificar e relacionar aspectos químicos, físicos e biológicos da produção e do uso de metais, combustíveis e plásticos, além de aspectos sociais, econômicos e ambientais. (BRASIL, 2002, p.92)

Ou seja, é necessário que o aluno consiga ao final de cada conteúdo apresentado na disciplina de Química, associar situações e problemas da sociedade, sejam eles do âmbito social, econômico e/ou político.

Com base nisso, é evidente que para uma abordagem que relacione o conhecimento da Química com os parâmetros postos nos documentos oficiais, se faz necessário uma estratégia de ensino bem elaborada, capaz de envolver contextualização e interdisciplinaridade, pois apenas a transmissão dos conteúdos de forma superficial, com exemplos prontos e acabados, não possibilitará a construção do conhecimento pelos estudantes. Como se identifica no PCN:

[...] a simples transmissão de informações não é o suficiente para que os alunos elaborem suas ideias de forma significativa. É imprescindível que o processo de ensino-aprendizagem decorra de atividades que contribuam para que o aluno possa construir e utilizar o conhecimento (BRASIL, 2002, p.124).

Dessa forma, a elaboração e utilização de recursos didáticos que possibilitarão metodologias diferenciadas se tornam imprescindível no ensino, pois como ressalta Carvalho (2004) as atividades em sala que permitam que o aluno deixe de ser passivo, tornam possível a construção do conhecimento significativo. Ou seja, é necessário envolvimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, instigado a partir do aumento do interesse e motivação.

Os documentos oficiais (BRASIL, 2000, p.37) apresentam ideias para abordagem no ensino de Química e citam a metalurgia como um exemplo de temática possível para um ensino contextualizado, podendo ser tratado os problemas envolvendo as minerações no Brasil, favorecendo para o desenvolvimento de habilidades e competências no campo sociocultural e histórico, como também para tratar o contexto de extração de metais da litosfera, possibilitando o estudo de processos envolvidos; implicações sociais; econômicas e ambientais, acerca da obtenção e uso dos metais. Em

cima disso, deve ser desenvolvidas habilidades e competências nas categorias de “representação e comunicação”, “compreensão e investigação”, e “percepção social e histórica”, no ensino de Química.

Dentre essas categorias, o entendimento quanto aos conceitos de Química deve ser bem compreendido, a ponto de ser possível transpô-los para o mundo macroscópico, possibilitando que o aluno consiga explicar aspectos importantes do ambiente com o conhecimento científico (BRASIL, 2000). Uma abordagem desta exige acima de tudo compromisso do professor e inovação em suas metodologias de ensino, como também de seus recursos didáticos utilizados, na tentativa de motivar os alunos e fazê-los compreender melhor as informações que são exploradas em Química.

Neste trabalho, serão exploradas as informações referentes ao ensino de metais que podem ser exploradas nas aulas de Química, bem como elas podem ser ensinadas com uso de recursos didáticos, dentre eles, as Histórias em Quadrinhos. Relacionando estes pontos com uma abordagem que coloque o estudante como sujeito ativo na construção de seu conhecimento, em uma sequência didática que usa a HQ como recursos didático para o ensino de metais e suas propriedades em uma perspectiva social, cultural, ética e/ou política.

### **3.3 Metais: suas aplicações e perspectivas a luz da Química**

No contexto do desenvolvimento da civilização, ao estudarmos a história identifica-se que os metais tiveram um importante papel para o avanço da humanidade, e notamos isso com base na: idade da pedra, do bronze e do ferro devido reconhecimento das composições das ferramentas utilizadas nestas épocas (BROWN, 2005). Na medida em que os seres humanos foram reconhecendo as composições dos diversos materiais e aprendendo a manuseá-los, ferramentas eram criadas possibilitando que com um novo conhecimento, o ser humano seja capaz de criar, reconstruir, e a sociedade se modernizar.

Sendo assim, o desenvolvimento da sociedade depende, em grande parte, do desenvolvimento de novos materiais que dão origem a novas tecnologias e, com isso, abrem novas oportunidades. Em relação ao desenvolvimento nas ciências naturais, de acordo com o PCN (BRASIL, 2000, p.32):

“Os conhecimentos difundidos no ensino de Química permitem a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação”.

Ou seja, sendo possível compreender esse desenvolvimento científico e tecnológico. Nesta perspectiva, abordar alguns conceitos da Química trazendo um contexto histórico, de como se constituíram diversos modelos conceituais na química, pode ser um caminho para trabalhar bem essa questão de que o mundo está em constante transformação, uma vez que o conhecimento científico não está pronto e acabado, mas sim, construído e reconstruído com o tempo, o que implica diretamente no avanço da civilização. Contudo, um sentimento de importância da ciência Química pode ser também gerado quando se contextualiza o conhecimento da mesma com a evolução da civilização, inclusive, para o estudo dos metais que tiveram e têm grande impacto no desenvolvimento, como também no meio ambiente, dependendo de como ocorra sua aplicação, visto que são elementos abundantes no planeta e que se encontram em sua maioria na litosfera (BROWN, 2005).

A litosfera pode ser considerada a grande parte sólida do planeta Terra, na qual se encontra a maioria das matérias prima que utilizamos para diversas aplicações como fabricação de ferramentas; máquinas e outros itens que auxiliam no processo de evolução tecnológica (BROWN, 2005). Ou seja, é dela que ocorrem grandes processos de obtenção de elementos metálicos.

Os metais são elementos encontrados em minerais, em forma de substâncias compostas ou na natureza em forma de substância simples, quando no caso são tidos como “metais nobres” (CANTO, 2004). Vários são os métodos utilizados para a obtenção dos metais, que partem de uma área conhecida como metalurgia.

A metalurgia é uma área na ciência e tecnologia que trabalha com a obtenção dos elementos metálicos e preparação deles para usos práticos. Além de abranger, basicamente, processos que possibilitam a obtenção dos metais a partir de seus minérios, os quais sofrerão principalmente o processo de redução, em que os átomos do elemento metálico presente no determinado minério com carga positiva passará a ter carga nula (CANTO, 2004), ou ainda poderá por meio disso produzir ligas metálicas.

Basicamente ela utiliza cinco etapas, sendo elas: mineração; concentração do minério para obter o metal livre; refinamento/purificação do metal e mistura do metal com outros elementos para modificar suas propriedades, o que produzirá uma liga, material que é composto de dois ou mais elementos (BROWN, 2005, p.858).

Uma liga metálica possui propriedades características dos elementos metálicos que os contém. Muitos dos materiais constituídos por metais são formados a partir de ligas metálicas, exemplo disso são alguns materiais como joias compostas por que contém ouro puro, pois devido ele ser muito macio não pode ser utilizado de forma

isolada, sendo necessária a inclusão de outros elementos, como o cobre para composição de uma liga mais dura, capaz de ser usada na produção de joias (BROWN, 2005).

Para o desenvolvimento e produção de materiais a partir da metalurgia é preciso compreender algumas das propriedades dos metais, das quais podemos citar: alta condutividade térmica e elétrica; maleabilidade; ductilidade; brilho; dureza; ponto de fusão; ebulição; e calor de fusão.

De acordo com o modelo “mar” de elétrons a força de ligação entre os átomos de metais deveria aumentar com o aumento do número de elétrons de valência e isso não é visto, pois se observou que para os elementos metálicos de transição, que estão no grupo 6B (Cr, Mo, W), os pontos de fusão destes são mais altos entre os demais elementos, sejam eles anteriores ou sucessores a estes, nos respectivos períodos deles. Significando que os pontos de fusão aumentam, inicialmente com o aumento do número de elétrons de valência, e depois diminuem mesmo havendo ainda o aumento desse número de elétrons de valência (BROWN, 2005).

Quanto ao modelo de “mar de elétrons” temos que neste:

O metal é visualizado como uma rede de cátions metálicos em um “mar” de elétrons de valência, esses elétrons estão confinados ao metal por meio de atrações eletrostáticas aos cátions, eles estão uniformemente distribuídos pela estrutura. Entretanto, os elétrons são móveis e nenhum elétron individual está confinado a qualquer íon metálico específico (BROWN, 2005, p.866).

Esse modelo além de explicar algumas propriedades dos metais, explica em parte como ocorre a ligação entre os elementos metálicos, por isso ele é bastante utilizado no ensino médio. A ligação metálica pode ser vista como “uma grande quantidade de cátions mantidos juntos por um mar de elétrons”. Para este o modelo de “mar de elétrons” explica muitas propriedades físicas dos metais. Dentre elas: Condutibilidade elétrica, brilho, maleabilidade e ductilidade (ATKINS, 2012).

Com relação às quatro propriedades, de acordo com o modelo de “mar de elétrons”:

A alta condutividade térmica dos metais é explicada pela mobilidade dos elétrons, que permite a rápida transferência de energia cinética pelo sólido. A habilidade dos metais em deformar, ou sua maleabilidade e ductilidade, pode ser explicada pelo fato dos átomos metálicos formarem ligações com muitos vizinhos. As variações nas posições dos átomos realizadas no remodelamento do metal são parcialmente acomodadas pela redistribuição dos elétrons (BROWN, 2005, p. 866).

Ou seja, basicamente, o que explica essas propriedades é a mobilidade dos elétrons, assim:

Os metais conduzem eletricidade porque os elétrons do “mar” podem responder a uma diferença de potencial aplicada e movem-se além dos cátions estacionários. [...] O brilho característico dos metais é devido aos elétrons que oscilam irradiando luz essencialmente uma remissão de luz incidente. [...] Quando uma onda de luz incidente atinge à superfície de metal, o campo elétrico da radiação empurra os elétrons móveis para frente e para trás. [...] Como há a formação do “mar” de elétrons cercado os cátions, existe uma grande facilidade dos cátions se deslocarem para outros cátions próximos, e ao fazerem isso, os elétrons se ajustam de forma imediata, facilitando ainda mais que os átomos movam-se para seus novos destinos. Ou seja, os metais são muito maleáveis porque quando os átomos deslocam-se de um lugar para outro, eles são acompanhados pelos elétrons (ATKINS, 2012, p.206).

No entanto, o modelo de “mar de elétrons” torna-se insuficiente para solucionar a tendência de outras propriedades (como ponto de fusão, ebulição, dureza e calor de fusão) por se voltar apenas para explicar a força de ligação dos metais. Contudo, Romeiro (1997, p. 34) pontua com base na teoria dos retículos cristalinos possíveis explicações para essas outras propriedades, pois “Nas ligações metálicas, os elétrons livres da última camada vão dar origem a nuvens eletrônicas que envolvem os íons metálicos que se distribuem nos reticulados unitários cristalinos.” A partir da formação desses retículos cristalinos que são altamente compactos e estáveis, seria necessária muita energia para que o mesmo fosse rompido, o que implica em grandes temperaturas de fusão e ebulição; além disso, a nuvem eletrônica envolta da estrutura cristalina possibilita que os metais tenham boas condutividade elétrica e de calor e ainda alto brilho; bem como, sejam maleáveis e dúcteis devido à facilidade de deformação dessas estruturas cristalinas.

De acordo com Duarte (2001), levando em consideração a teoria dos orbitais moleculares, em uma ligação metálica tem-se a formação de um metal a partir da interação das espécies de um mesmo elemento, todos os orbitais atômicos relacionados na ligação possuem a mesma energia e forma. Com isso, se tivermos  $X$  átomos participando da formação de um metal, teremos a mesma quantidade ( $X$ ) de orbitais  $d$ , no qual em cada um deles um elétron estará disposto formando  $X$  orbitais moleculares. Desse modo, “acontece que para um número tão grande de orbitais com energia muito próxima, torna-se difícil distinguir cada orbital molecular, passamos, então, a falar em banda, como se houvesse um contínuo de orbitais moleculares possíveis para os elétrons, e, no limite, realmente o é” (DUARTE, p. 22, 2001).

Quanto ao ensino de metais na educação básica Lima e Merçon (2011) destaca que uma abordagem envolvendo metais pesados e meio ambiente pode ser um excelente tema para contextualização. Em cima disso, com base no que foi citado anteriormente quanto o que os documentos oficiais apresentam para o ensino de metais, o qual pode ser dado por meio de uma abordagem histórica acerca da metalurgia que

possibilita discussões quanto aos processos de extrações dos metais, e, conseqüentemente a implicações no meio ambiente, exemplos de acidentes envolvendo mineradoras e contaminação no solo e em rios por metais pesados podem ser utilizados em aula. Ainda segundo os autores, “metal pesado é um conceito muito usado em nosso dia a dia, sendo associado como uma substância tóxica, geralmente proveniente de um descarte inadequado de um rejeito no meio ambiente” (LIMA; MERÇON, 2011, p. 199).

De acordo com Duffus (2002, apud LIMA; MERÇON, 2011), pode-se dizer que metais pesados são elementos que apresentam massas específicas e atômicas ambas elevadas e número atômico também elevado para alguns autores, enquanto para outros qualquer metal ou apenas os metais de transição podem ser considerados pesados. Outras definições para metais pesados surgem a partir dos impactos ao meio ambiente e a saúde humana que esses elementos podem provocar. Dessa forma, eles receberam o título de metais tóxicos, de acordo com a quantidade e concentração que ele se encontra no ambiente ou no corpo humano, uma vez que alguns desses metais são essenciais ao metabolismo celular dos seres vivos em concentrações específicas.

Porém, os impactos ambientais não estão apenas voltados para a questão de concentração que os metais são encontrados ou descartados, os mesmos se voltam ainda para a exaustão das jazidas, as quais exploradas de forma descontrolada podem não apenas esgotar-se, como também provocar desmatamentos e destruição ao meio ambiente quando extraídos. Segundo Canto (2004) por mais que existam leis brasileiras que apontem a necessidade de recuperação do meio ambiente, uma vez que ocorre a exploração dos recursos minerais, como elas ocorrem em locais afastados dos centros urbanos fica difícil à fiscalização falha do Brasil identificar se a área foi recuperada ou não, o que acaba por aumentar a dificuldade de recuperação com o passar do tempo daquele ambiente. Além disso, o descarte descuidado de efluentes aos rios, advindo de indústrias e garimpos (como mercúrio e cádmio, por exemplo) pode apresentar um grande risco ao meio ambiente.

Ainda sobre o ensino de metais na educação básica, Santos *et al.* (2016) apresenta uma abordagem voltada para a utilização do tema “Cultura Afro-brasileira e Africana” como forma de articulação entre as relações étnico-raciais e a ciência, sendo possível por meio dessa se trabalhar o conteúdo de ligações metálicas e propriedades metálicas. A proposta que eles apresentam envolve a utilização de um material didático digital criado por eles, no qual estão acoplados no mesmo, animações e simulações com experimentos químicos voltados para o assunto de metais, textos e imagens. Nesse material, os autores utilizam o contexto da mineração do continente africano com uma abordagem inicial da história do personagem “Akim” para abordar os conteúdos

Químicos de maneira contextualizada e multidisciplinar.

Além dessa proposta é possível identificar outras que também abordam a cultura Africana e Afro-brasileira, a partir do conteúdo de metais. Silva *et al.* (2018) apresenta um quadro que traz alguns destes trabalhos e o mesmo disserta sobre uma proposta com quadrinhos do Pantera Negra para discutir sobre metais no ensino fundamental, visando ainda por meio dessa abordagem o desenvolvimento de habilidades descritas no currículo oficial do estado de São Paulo e implementação de uma discussão acerca de tópicos étnicos-raciais.

Analisando esses trabalhos e as propostas de situações didáticas que eles apresentam, e as informações apresentadas anteriormente, podemos articular a abordagem histórica da Cultura Afro-brasileira e Africana também pode ser caminhos para a discussão de aspectos sociais; políticos; econômicos; e ambientais, possibilitando o desenvolvimento de competências e habilidades nos discentes, sendo assim literatura relevante.

### **3.4 Origens: Wolverine**

Personagem reconhecido pelos nomes Logan e Wolverine, teve a origem da sua história no universo dos quadrinhos desconhecida por um bom tempo, até começar a surgir roteiristas com diferentes roteiros para a sua origem. No entanto, em um dos roteiros escrito por Len Wein, sabe-se que James Howlett (como batizado) viveu durante sua infância em uma plantação no país do Canadá, até que suas habilidades como mutante se manifestaram (Fator de regeneração e garras de ossos), obrigando-o a fugir e passar a viver em florestas, circos, virar combatente em guerras, dentre outros, até ser pego como cobaia do programa clandestino do governo Arma-X. Nesse projeto X, o mutante foi submetido a uma experiência em que seu esqueleto foi revestido com o metal mais resistente criado do universo fictício, conhecido como Adamantium (MATOS, 2017; MALTEZ, 2017).



Fonte: MARVEL. X-men origins: Wolverine Nasce uma arma. Jun, 2009.

Devido às suas garras metálicas capazes de cortar praticamente tudo e o seu elevado fator de regeneração, o personagem Wolverine é considerado praticamente imortal, pois o seu envelhecimento é muito lento, e dentre outras habilidades possui também os sentidos aguçados. Após ter sido submetido ao programa Arma-X, foi recrutado pelos X-men, conhecido como um grupo de super-humanos (MATOS, 2017).

## 4 METODOLOGIA

O presente estudo versa em uma pesquisa descritiva, que segundo Prodanov (2013) se volta para a exposição das características sobre o que o pesquisador está investigando, e essa poderá ser feita com o uso de técnicas padronizadas como, por exemplo, a utilização de questionários e observação. De modo complementar, ela tem natureza qualitativa, em que para Botelho e Cruz (2013, p. 54):

A pesquisa qualitativa é basicamente aquela que busca entender um fenômeno específico em profundidade. Ao invés de estatísticas, regras e outras generalizações, ela trabalha com descrições, comparações, interpretações e atribuição de significados possibilitando investigar valores, crenças, hábitos, atitudes e opiniões de indivíduos ou grupos. Permite que o pesquisador se aprofunde no estudo do fenômeno ao mesmo tempo em que tem o ambiente natural como a fonte direta para coleta de dados.

A pesquisa foi realizada com 12 alunos do primeiro ano do ensino médio, de um Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) localizado na Cidade de Caruaru-PE, instituição escolhida devido à mesma ter participado do programa de Residência Pedagógica, o qual a licencianda participou no período de 2018 até segundo semestre de 2019.

A intervenção seguiu os passos descritos na sequência didática apresentada no quadro 1 e se dividiu em três encontros, nos quais, os dois primeiros consistiram no desenvolvimento da sequência e no último, a aplicação do questionário final.

A escolha da HQ do Wolverine – “Nasce uma arma” Marvel (2009) apresentada no anexo A aconteceu por ele ser um herói conhecido não só nos quadrinhos, mas também em desenhos animados e filmes, com sua história reconhecida por muitos jovens. E como a habilidade mais visada do personagem são suas garras metálicas, reconheceu-se a oportunidade de haver o desenvolvimento de um estudo contextualizado acerca dos metais e suas propriedades metálicas.

Nesse sentido, o desenvolvimento do trabalho ocorreu conforme as informações apresentadas no quadro 1.

### Quadro 1- Sequência didática desenvolvida

- Inicialmente, foi ilustrado o trecho da história em quadrinho para a turma (ANEXO B), no qual apresenta o momento de manuseio do metal *Adamantium* e sua inserção no corpo do mutante Wolverine. A partir disto, foram levantados questionamentos a respeito do trecho da HQ apresentado, como, por exemplo:

- “É possível existir esse tipo de metal na realidade?”.

- “O que vocês entendem por metais?”.

- *“Vocês reconhecem alguma propriedade dos metais que o Adamantium fictício poderia ter?”*.

- *“Como podemos explicar o fato do metal Adamantium se encontrar fora do corpo do mutante em forma líquida viscosa e dentro em estado sólido, sendo considerado um metal indestrutível?”*.

- A partir desses questionamentos e respostas obtidas dos alunos, foi apresentado e discutido com eles as propriedades dos metais como, por exemplo, ductilidade; maleabilidade; condutibilidade; ponto de fusão e ebulição.
- Posteriormente, foi retomada a pergunta realizada *“É possível existir esse tipo de metal na realidade?”*, a partir dela, foi apresentada a notícia (ANEXO A) que aborda um estudo que alguns cientistas estão desenvolvendo a fim de produzirem um metal parecido com o *Adamantium*. A qual serviu como porta de entrada para a discussão sobre os impactos sociais; ambientais e econômicos com a produção e uso desse possível metal, sendo guiada pelo seguinte questionamento: *“Quais benefícios e riscos para sociedade com a produção desse metal?”*.
- Por fim, discutiu-se um texto (ANEXO C) com a turma a respeito do processo de obtenção de metais, culminando para uma discussão que aborde o papel da ciência na sociedade; seus benefícios para a vida humana; implicações sociais, econômicas e ambientais, partindo dos seguintes questionamentos:
  - *“Os metais são importantes para sociedade? por quê?”*.
  - *“No caso do metal Adamantium, se o mesmo existisse ou se fosse finalmente reproduzido pelos cientistas, o processo que o mutante Wolverine foi submetido, poderia ser realizado em algum ser humano?”*.
  - *“O que poderíamos fazer para reduzir o dano ao meio ambiente causado pelo o uso de metais?”*.
  - *“Que outros tipos de poluição ambiental os metais podem provocar?”*.

Fonte: a autora (2020).

Para análise dos dados, foi levado em consideração os registros audiovisuais produzidos durante a intervenção, a qual foi registrado desde o primeiro momento, e um questionário aplicado, envolvendo questões abertas referentes às contribuições dos quadrinhos no ensino e questões do ENEM, que serviram para possíveis indicações das habilidades desenvolvidas durante essa intervenção.

A análise dos resultados teve como premissa identificar a potencialidade da HQ na apresentação das propriedades dos metais e no desenvolvimento de habilidades nos discentes, no âmbito da contextualização sociocultural. Dessa maneira, com base nas discussões e questionário respondido foi realizada uma análise com base na habilidade apresentada no quadro 2 e criado critérios (quadro 3) para classificar o grau de discussão do grupo dos pesquisados em sala e nos questionários com relação à essa habilidade desenvolvida.

### Quadro 2 - Habilidade a ser desenvolvida em Química no âmbito sociocultural

Na área:	Na Química:
Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	Articular, integrar e sistematizar o conhecimento químico e o de outras áreas no enfrentamento de situações-problema; por exemplo, identificar e relacionar aspectos químicos, físicos e biológicos da produção e do uso de metais, combustíveis e plásticos, além de aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Fonte: PCN + (BRASIL, 2002, p. 92).

### Quadro 3- Critérios para Análise dos resultados relacionados ao desenvolvimento da habilidade do quadro 2.

Critérios de análise	Grau de discussão
A discussão levantada pelo os discentes considera pelo menos um dos impactos (social, econômico, ambiental <sup>1</sup> ) à tona, com base em suas relações com as ciências e o desenvolvimento tecnológico.	Baixo
A discussão levantada pelos os discentes considera mais de um nível dos impactos, relacionando-os com as ciências e o desenvolvimento tecnológico.	Médio

<sup>1</sup> Aspecto social: O aluno precisa apresentar uma preocupação com os possíveis impactos positivos e negativos na sociedade que podem vir a surgir com a criação, utilização ou inovação científica tecnológica. Aspecto econômico: visão de que uma criação ou inovação científica tecnológica exige investimentos financeiros e de materiais, e que o lucro pode surgir não apenas em termos financeiros, mas também com relação à preservação do meio ambiente e melhorando a vida humana. Aspecto ambiental: o discente apresenta uma visão de que o meio ambiente sofre poluição com o processo de extração dos metais e descarte inadequado, e que com o avanço tecnológico e científico é possível reconhecer novos métodos que tornem possível uma melhora na preservação do meio ambiente através de métodos alternativos como reutilização e substituição de alguns metais, e preservação das jazidas.

A discussão levantada pelos discentes considera todos os impactos (social, econômico, ambiental) , além das relações com as ciências e o desenvolvimento tecnológico.	Alto
---	------

Fonte: A autora (2020).

O questionário apresentado abordou questões do ENEM, visando identificar a habilidade descrita no quadro 2, como também questões que busquem identificar a concepção dos alunos a respeito da experiência com o quadrinho apresentado ANEXO B e compreensão das propriedades metálicas. O quadro 4 descreve as perguntas presentes no questionário e o objetivo que cada uma buscou atingir. Além disso, com base nos registros audiovisuais foi realizada uma análise acerca da interação que surgiu entre os discentes, uma vez que o recurso pode possibilitar a saída da passividade; atrair a atenção dos alunos e estimular seu interesse. Sendo assim, foi possível validarmos se a HQ foi um recurso que influenciou ou não o processo de ensino-aprendizagem de Química, como também na discussão de temas transversais que podem ser contextualizados, a partir dessa abordagem sobre metais.

#### Quadro 4 - Questões do questionário

PERGUNTAS (P)	OBJETIVOS
P1: Mediante sua experiência na atividade sobre Metais com uso do personagem Wolverine, explique com suas palavras o que você achou da atividade com uso dos quadrinhos.	Identificar o recurso e as potencialidades dele, uma vez que ele está sendo analisado como um instrumento capaz de viabilizar o ensino-aprendizagem de Química.
P2: Tomando como exemplo o trabalho dos cientistas que estão em busca de criarem um metal na realidade que se aproxima do Adamantium do universo fictício, caso isso seja possível, discuta a questão do malefício e benefício com a criação desse metal.	Identificar se os alunos conseguiram adquirir a competência e habilidade específica no que se refere ao desenvolvimento tecnológico e científico e os impactos que estes

	podem provocar na vida social, economia, no ambiente e no mundo.
<p>P3: Adaptada do ENEM (2016): Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isto tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio se encontra numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior. O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá:</p>	<p>Identificar o nível de compreensão dos alunos a respeito das propriedades dos metais discutidas durante a intervenção/aula com base nos questionamentos realizados em cima da história em quadrinho apresentada. Sendo possível também, por meio dessa questão avaliar o uso da HQ como um instrumento facilitador do ensino-aprendizagem.</p>
<p>P4: ENEM (2009): Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem bioacumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente</p>	<p>Identificar se os alunos conseguiram adquirir a competência e habilidade específica no que se refere ao desenvolvimento tecnológico e científico e os impactos que estes podem provocar na vida social, economia, no ambiente e no mundo.</p>

<p>(Resolução CONAMA nº 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste.</p> <p>Disponível em: <a href="http://www.mma.gov.br">http://www.mma.gov.br</a>. Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado).</p> <p>Uma medida que poderia contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatado no texto seria:</p>	
---	--

Fonte: a autora (2020).

Com base nas questões do ENEM presentes no questionário em forma de perguntas abertas para os resultados e discussão levou em consideração como respostas corretas as que mais se aproximarem da resposta apresentada no gabarito (quadro 5) da questão proposta pelo ENEM. Dessa forma, a partir dos resultados poderemos identificar a influência da proposta no desenvolvimento de habilidades propostas pelo PCN.

#### Quadro 5 - Gabarito do ENEM

<b>PERGUNTAS</b>	<b>GABARITO</b>
P3	Mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
P4	Exigir que fabricantes invistam em pesquisa para a substituição desses metais tóxicos por substâncias menos nocivas ao homem e ao ambiente, e que não sejam bioacumulativas.

Fonte: a autora (2020).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui serão apresentados em dois blocos com base nos objetivos propostos, desse modo, inicialmente, apresentarei uma parte dos momentos desenvolvidos em sala com os discentes durante a intervenção, e em seguida, uma análise do que eles discorreram no questionário aplicado 15 dias após a intervenção.

No primeiro momento, a história em quadrinho foi apresentada para a turma e após a leitura da mesma, foi questionado “*o que os discentes entendiam por metais*”, e “*qual a importância dos metais para a sociedade*”, considerando que a HQ apresentou um metal sendo inserido no corpo do mutante Wolverine, personagem fictício. Algumas respostas referentes às duas perguntas estão descritas a seguir, respectivamente:

*A2: “Algo feito de ferro”; “Produção de Bombril”.*

*A3: “Família 1A, 2A”; “Tem o ferro na hemoglobina”.*

*A6: “Família 1A, 2A, metais de transição”.; “Tem o magnésio, o cálcio na formação de ossos”.*

*A5: “Na verdade, os metais estão em quase tudo”.*

Foi perceptível com esses questionamentos que os discentes possuem uma visão muito voltada para a tabela periódica quanto ao entendimento deles por metais, pois 11 alunos fizeram essa relação e apenas o A2 respondeu diferente dos demais. Quanto ao segundo questionamento, identificamos que os discentes possuem percepção e/ou conhecimento no que se refere à importância dos metais em nosso cotidiano e em nossas vidas. No entanto, não houve muitos exemplos por parte do grupo e quando questionado ao A5 o que significaria esse “quase tudo” ele apenas citou como exemplo a criação de materiais como cadeiras e celulares, objetos presentes em seu dia a dia.

Nota-se então uma consequência do ensino tradicional nesse cenário, pois quando realizada essa intervenção, esses discentes haviam vivenciado o conteúdo que se refere a metais no semestre anterior com o professor preceptor do Programa Residência Pedagógica, o qual a aplicadora desse trabalho acompanhou. Diante disso, podemos inferir que pelo modelo de ensino tradicional está voltado apenas para transmissão de informação com exemplos rasos, este, não funciona para compreensão de mundo dos alunos e ampliação do campo de visão e saberes deles, pois a simples transmissão de informações com exemplos superficiais e fora do contexto social do aluno não possibilita que o mesmo construa seu conhecimento, como também o utilize em suas vivências corriqueiras (BRASIL, 1998). Como foi identificado neste trabalho, no primeiro momento os discentes não conseguiram expor tantos exemplos referentes à

aplicação dos metais na sociedade e o que eles compreendiam por metais.

Mediante, a apresentação das respostas aos questionamentos acima, foi feita uma breve alusão à história dos metais, e como forma de adentrar no assunto das propriedades metálicas e ligação metálica, foi solicitado que os discentes citassem algumas delas que eles conheciam e reconheceram presente na constituição do metal fictício *Adamantium*. Algumas respostas foram as seguintes:

A1: “A resistência, o brilho, condutibilidade, maleáveis, dúcteis”.

A2: “A elasticidade”.

A7: “Temperatura de fusão”.

Na medida em que essas propriedades foram citadas, elas foram descritas no quadro e explicadas em conjunto com as outras que ainda faltavam, por meio de algumas questões relacionadas com a HQ. Como, por exemplo: “*como podemos explicar o fato do metal Adamantium se encontrar fora do corpo do mutante em forma líquida viscosa e dentro em estado sólido, sendo considerado um metal indestrutível? O que provocou isso?*”. Um discente falou o seguinte:

A5: “A maleabilidade para inserir no corpo dele né?”.

Dentre os 12 discentes que estavam participando da pesquisa apenas o A5 respondeu o questionamento acima, no entanto de forma equivocada, pois a resposta correta envolveria explicar essa modificação do metal por meio da propriedade do ponto de fusão, onde o metal é derretido para ser inserido no corpo do mutante. Porém, acreditamos que na visão do aluno, o Adamantium passou por um processo em que ele foi moldado para ser inserido e uma vez no corpo do personagem se modificou assumindo outra forma.

Quanto à utilização da HQ para a abordagem das propriedades dos metais, foi perceptível que a apresentação inicial das informações fluiu, bem como a discussão acerca delas também. Na análise das respostas dos questionários da P3 (questão que se referia especialmente à propriedade da condutibilidade dos metais), 5 alunos a responderam corretamente. Algumas respostas foram as seguintes:

A10: “Ocorrerá maior na bandeja de alumínio, já que os metais têm mais condutibilidade do que o plástico [...]. Esse processo acontece porque os metais absorvem bem rápida temperatura comparados a outros elementos”.

A6: “Em maior proporção no alumínio, pois ele conduz mais energia térmica”.

A5: “O derreto do gelo será maior na bandeja de alumínio, pelo fato do alumínio

ser condutor”.

A7: “O derretimento ocorrerá na bandeja de alumínio”.

A4: “Na de alumínio porque o alumínio é um metal condutor”.

Entre os alunos que responderam corretamente a P3, os argumentos deles quanto ao derretimento do gelo ocorrer maior na bandeja de alumínio é explicado pela condutibilidade dos metais, o que está de acordo com o gabarito do ENEM apresentado no quadro 5 na metodologia. No entanto, outros discentes se equivocaram em suas respostas, dissertando sobre o derretimento ocorrer mais rápido na bandeja de plástico. Com isso, acreditamos que ocorreu um equívoco da interpretação da pergunta, onde elaboraram uma estratégia de resposta imaginando uma mescla da situação anterior com a nova situação que o professor colocou, pois como podemos observar algumas das respostas abaixo, elas abordam a condutibilidade maior nos metais, o que significa que os discentes compreenderam que os objetos metálicos conduzem mais energia que os de plásticos. Porém, a estratégia de resposta deles demonstra que se levou em consideração a bandeja mais gelada pelo equilíbrio térmico com o ambiente (com ar condicionado), promovendo assim uma diferença de temperatura menor entre a bandeja de alumínio e o gelo, e assim retardando o derretimento.

A8: “O derretimento ocorrerá mais rápido na bandeja em que estiver o plástico, pela questão de condutibilidade, pois o alumínio tem mais do que o plástico o que faz com ele absorva com mais facilidade a temperatura, fazendo assim com que ele fique com uma temperatura com do gelo. E já o plástico derreteria porque a temperatura dele iria entrar em equilíbrio com a do gelo fazendo com ele derreta”.

A1: “O derreto do gelo será maior na bandeja de plástico, pelo fato do alumínio ser condutor”.

A2: “Vai derreter mais rápido no plástico porque o plástico vai estar um pouco mais quente, pois o gelo vai absorver mais calor. Já a de alumínio, ela ficará na temperatura do gelo porque vai absorver a temperatura e assim ficando um pouco mais fria do que a temperatura da sala”.

A3: “A de plástico, pois o alumínio iria ficar na mesma temperatura que o gelo, já a de plástico não, pois ela pode transferir mais calor, e se a gente pegar em uma bandeja de alumínio podemos perceber que ela é mais fria que a bandeja de plástico que transfere mais calor”.

Nota-se que o A8, A2 e A3 confundem como o efeito da temperatura do gelo influenciaria o processo de derretimento do mesmo, e não a temperatura do ambiente que ali estaria em equilíbrio com as bandejas, as quais em contato com o gelo desencadeariam o processo de derretê-lo. No entanto, em todas as respostas sobre a condutibilidade ser maior da bandeja de alumínio é citada, demonstrando que os discentes compreenderam que os metais apresentam uma maior condução térmica, em comparação com outros materiais.

No segundo momento, a intervenção voltou-se para o desenvolvimento de habilidades do âmbito sociocultural nos discentes, e para início, foi solicitado que eles formassem duplas para lerem a notícia do ANEXO A que aborda um estudo que alguns cientistas estão desenvolvendo a fim de produzirem um metal parecido com o *Adamantium*. Com base no que é apresentado no Anexo A, uma discussão foi iniciada, sendo guiada pelo seguinte questionamento: “Quais benefícios e riscos para sociedade com a produção desse metal?”. Um recorte de algumas respostas obtidas pode ser visto abaixo:

A4: “A gente pode ver que se essa substância... esse metal realmente existir, ele pode ir para vários países. Só que assim. Na realidade de hoje em dia, imagina um ladrão com uma arma indestrutível”.

A5: “Assim, esse metal poderia ser utilizado para criar coisas mais resistentes, o que poderia ser muito bom, mas também muito ruim. Tipo poderia ser utilizado na construção de prédios algo que seria bom podendo evitar desabamentos, por exemplo,”.

A4: “Sim, nessa questão dos prédios seria algo bom, já que também precisa de uma temperatura muito alta derreter ele. Seria bom nisso de construção”.

A6: “O perigoso que eu acho que seja é a utilização de uma máquina que chegue a pelo menos 4000 C° para produzir esse metal, porque se ela explodir”.

A1: “Eu acho assim... a quantidade de custo. Eu sei que eles estão fazendo o teste em computador, mas também tem a questão da proporcionalidade dos materiais, porque para obter esse material, pode ser proporções diferentes... que pode tornar o material de um custo muito elevado”.

A5: “Em países que tem muito terremotos, se os prédios fossem feitos com esse metal eles não cairiam”.

Analisando esses comentários dos discentes, podemos relacioná-los de acordo com as habilidades do âmbito sociocultural que se pretendia alcançar com essa intervenção, na qual de acordo com elas o aluno, precisa ser capaz de “Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social” (BRASIL, 1998, p. 92). Além de “Articular, integrar e sistematizar o conhecimento químico [...], por exemplo, identificar e relacionar aspectos químicos, físicos e biológicos da produção e do uso de metais, além de aspectos sociais, econômicos e ambientais” (BRASIL, 2002, p.92).

Diante disso, temos que os discentes conseguiram levantar pontos que ressaltam os critérios descritos no quadro 3, da metodologia, elaborados com base na habilidade do PCN, como por exemplo, o A1 discorre sobre o lado econômico que poderia existir por traz da produção e venda desse possível metal; A4, A5 e A6 apresentam questões que se referem ao lado social e mundo cotidiano, quando relacionam a produção desse

metal estudado cientificamente com situações que poderiam beneficiar positivamente ou não o lado social. Na fala de A1, identifica-se uma discussão sobre a questão da tecnologia quando em seu comentário deixa claro que está ciente que o metal está sendo testado em ambiente tecnológico, mas finaliza discorrendo sobre o custo que terá quando ele for trazido para a realidade prática.

Considerando os critérios do quadro 3 apresentado na metodologia, temos que a discussão voltada para o desenvolvimento de habilidades pode ser enquadrada no grau médio, pois os discentes conseguiram discutir no grupo mais de um impacto na sociedade com a utilização e produção de metais, que foi o impacto social e econômico, com as relações feitas entre ciência e tecnologia, quando argumentam sobre a alta temperatura necessária para o fundição do suposto metal criado e os testes realizados em programas de computadores.

Após a discussão envolvendo a notícia apresentada do ANEXO A, foram retomadas as considerações feitas anteriormente com os discentes referentes à importância do metal em nossas vidas. No entanto, retratou-se um pouco da história sobre as extrações dos metais; como são realizadas; quem realiza; quais as possíveis complicações e poluições que podem ocorrer no meio ambiente, sendo elas por meio de descarte indevido e durante o processo de extração.

Alguns dos exemplos utilizados foi o desastre de Mariana-MG, como forma de trazer uma abordagem envolvendo metais pesados com uma situação real das implicações no meio ambiente provocada pela poluição por metais pesados; e o processo de extração do Alumínio, o qual passa por alguns processos como o de redução, envolvendo corrente elétrica para atingir sua forma neutra, e quais os gastos envolvidos em termos econômicos e ambientais. Segundo Canto (2004) o alumínio, o magnésio e o sódio são considerados metais poucos nobres e devido a isso para que o processo de redução deles aconteça, deve ser empregado esse método mais “violento” que é o da utilização da corrente elétrica.

Em seguida, foi entregue as duplas o texto presente no ANEXO C, com o objetivo de se ter mais informações para debater a questão: *“Pensando em tudo que já conversamos sobre extração, poluição, degradação, o que poderíamos fazer para reduzir os danos que os metais provocam no meio ambiente?”*, *“O que o texto apresenta?”*. Abaixo temos alguns comentários:

A5: “Reciclagem dos metais... Poderia ter um lugar onde pudesse ser feito o descarte do lixo eletrônico”.

A9: “Eu já fiz um trabalho sobre isso, e o lixo eletrônico que existe é enorme. Tem descarte de coisa que nem teve uso, uma coisa que poderia ser reutilizada”.

A2: “E não tem só o risco de poluição, mas a pilha, a bateria, são coisas que podem explodir também”.

A8: “Mas a gente não distribui certinho o lixo porque não tem postos de coleta pra gente poder colocar, então teria que ter conscientização e também o apoio da população pra começar mudar isso aí”.

A3: “Precisaria ter o apoio do governo também”.

A4: “A gente tem que analisar isso, porque a gente só se importa com a aparência, tem gente que tem a consciência vai atrás para resolver. É uma questão de empatia”.

Diante desses comentários dos discentes foi feita a seguinte provocação: “*Quais os riscos que podem existir com o descarte de lixos eletrônicos em rios, por exemplo?*”.

A7: “Alguns metais sendo tóxicos causa a contaminação das vidas que vivem nos rios que pode afetar até a economia de quem vive de pesca né.”

A4: “Ele vai implodir”.

Nesse momento, os pontos mais colocados pelos alunos como opção para diminuição da poluição que os metais provocam no meio ambiente, se voltou apenas para reciclagem, conscientização e descarte correto. Sendo deixadas de lado outras opções que são apresentadas no texto de Canto (2004) como, por exemplo, a questão da substituição dos metais por outros materiais como os polímeros. É interessante pontuar isso, visto que este assunto foi retomado quando realizada a pergunta P4 do questionário, aplicado com eles dias depois da intervenção.

No sentido de fomentar as discussões feitas até o momento, o seguinte questionamento foi feito “*No caso do metal Adamantium, se ele existisse ou se fosse finalmente reproduzido pelos cientistas, o processo que o mutante Wolverine foi submetido, poderia ser realizado em algum ser humano?*”. E como resposta o grupo todo concordou que não. Alguns comentários foram os seguintes:

A1: “Iriamos morrer no meio do processo, porque o Wolverine possui o fator de regeneração<sup>2</sup>, por isso sobreviveu”.

A2: “Porque o metal teria algumas toxinas que poderia matar a gente”.

A5: “Além de tóxico, acho que nenhum ser humano aguentaria passar pelo processo porque o metal estaria a uma temperatura muito alta... tentem colocar 4000 ° c no seu corpo”.

---

<sup>2</sup> Fator Regeneração – É a capacidade que o personagem apresenta de se recuperar de lesões corporais em um intervalo de tempo sobre-humano. No caso do Wolverine, ele se recupera de ferimentos e danos externos e internos em uma taxa muito alta de velocidade, incluindo danos por venenos e toxinas.

A4: “Ter as garras eu até queria, agora passar pelo o que o Wolverine passou e sofrer desse jeito não”.

A7: “Por conta do próprio ferro que seria tóxico”.

Com base nesses comentários identifica-se que os discentes A2 e A5 fazem referência ao que foi discutido em sala com sobre metais pesados, uma vez que a toxicidade dos metais para o ser humano vai ser dada de acordo com a concentração ingerida do mesmo. Conforme Lima e Merçon (2011) os metais tóxicos devem ser considerados como elementos tóxicos de acordo com a quantidade e concentração que ele se encontra no ambiente ou no corpo humano, uma vez que alguns desses metais são essenciais ao metabolismo celular dos seres vivos em concentrações específicas.

Percebe-se também a relação feita com a história do Wolverine apresentada na HQ e a notícia do anexo A nos comentários dos alunos A1 e A5. O A5 ainda se aprofunda mais quando cita a temperatura que o metal na notícia teria que ser submetido para ser inserido no corpo de um ser humano, relacionando de forma implícita com a HQ, onde o metal *Adamantium* inserido no corpo do mutante Wolverine precisou ser submetido também à uma temperatura elevada, pois o mesmo foi manuseado em seu estado líquido-viscoso e não sólido. Com isso, identifica-se a assimilação das informações e sua posterior articulação na resolução de problemas, que o discente faz com o que foi visto na HQ, na notícia e problema levantado.

O aluno A1 apresentou uma resposta mais comum, pois se entendeu que esse processo só poderia ser possível no universo fictício, no qual o Wolverine por apresentar o fator de regeneração como sua habilidade de super-herói aguentou o processo de inserção do metal *Adamantium* em uma temperatura elevada. Esse processo de assimilação realizado por A5 pode ser entendido como o processo de desenvolvimento do raciocínio mais direto, citado como possíveis habilidades que os quadrinhos podem estimular seu afloramento nos discentes, de acordo com os autores (ARAÚJO; COSTA; COSTA, 2008.; CASTILHOS; KAMEL, 2008).

De maneira geral, de acordo com as discussões desenvolvidas em sala e respostas dos questionários, podemos elencar as seguintes relações referentes às habilidades do âmbito sociocultural adquirida pelos discentes. Com a P2 e P4 seria possível identificar se os discentes conseguiriam discutir sobre desenvolvimento tecnológico e científico e os impactos que estes podem provocar na vida social, econômica, no ambiente e no mundo. Algumas respostas para a P2 são apresentadas a seguir:

A7: “Os malefícios seriam que alguém poderia abusar deste metal como criar

armas bem resistentes e também querer se aproveitar financeiramente destes. Um ponto benéfico seria que poderiam utilizar este metal na construção de prédios tornando-os mais resistentes”.

A9: “Seria interessante porque teria objetos que não seriam destruídos assim poderia beneficiar o meio ambiente, pois não seria feito o descarte total desse objeto, por outro lado esse objeto por apesar de ser indestrutível a sua queima poderia destruí-lo mais. Mas é quase impossível isso acontecer, pois o calor necessário para que isso acontecesse seria maior que a do sol o que consequentemente prejudicaria a saúde humana e ambiental”.

A8: “A criação desse metal traria de fato benefícios e malefícios, os benefícios é que algo que podemos dizer indestrutível seria um meio de fazer coisas extremamente duradoras, por exemplo, e já os malefícios seriam, por exemplo, a criação de armas muito mais fortes o que seria ruim quando elas estão nas mãos de pessoas erradas”.

A3: “A criação deste metal prejudicaria o ecossistema em si, porque isso requer uma certa quantidade de energia e também que libera muitos gases que podem e destrói a camada de ozônio, poluem rios, prejudicando um todo”.

A1: “Um dos malefícios pode ser o elevado preço para fazer o material, seu preço de venda. Um dos benefícios é exatamente a sua resistência ao calor e sua dureza”.

A10: “Seria bom, pois poderíamos construir, por exemplo, naves espaciais mais resistentes, mas existe um grande malefício que é porque poderia poluir a nossa terra e seria bem complicado para se livrar quando não tivesse mais como reutilizar por causa da temperatura”.

Grande parte dos estudantes apresentam aspectos positivos situações em que é possível a criação do metal que se assemelha ao *Adamantium*, visto como indestrutível, para que o mesmo pudesse ser utilizado como componente de materiais resistentes na sociedade, o que denota a preocupação com o lado social. No entanto, há contrapontos com aspectos negativos da criação do metal, nas falas dos A7, A8 e A9. A partir destes comentários, infere-se que os discentes possuem argumentos e contra-argumentos à respeito do impacto da criação e uso do metal que se assemelha ao *Adamantium*, tornando a discussão do texto trazido no Anexo A pertinente, pois a mesma possibilitou que os alunos discorressem sobre o assunto, com informações pertinentes.

Nas respostas do A3 e A10 identifica-se a preocupação deles com o lado ambiental, mesmo havendo benefícios sociais e científicos (com elaborações de naves espaciais mais resistentes). O comentário do A3 apresenta o foco centralizado nos impactos ambientais que poderiam surgir com a criação desse metal, direcionando sua atenção para o processo de extração de metais e redução deles para sua utilização, questões estas discutido durante a intervenção, onde foi visto que muitos processos são utilizados agentes redutores que geram gases poluentes para a atmosfera. Logo, fica evidente que envolver temas estruturadores como a metalurgia, por exemplo, como os PCN sugerem, torna possível que o aluno desenvolva uma visão mais ampla envolvendo o saber científico relacionado com as implicações do mundo a sua volta.

Com a resposta do A1 pode-se interpretar a relação tecnológica - científica e implicação econômica - social envolvida, quando ele argumenta que para produção do metal um alto custo seria necessário, e isso acarretaria o alto custo de venda dele também na sociedade. Porém, beneficiaria o social e econômico por ele apresentar propriedades metálicas como resistência ao calor e dureza. Diante disso, identificamos no discurso do A1 o desenvolvimento da proposta dos PCNEM em prática, a qual discorre que para o ensino de Química, o aluno deve “reconhecer e compreender, de forma integrada, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial [...]” (BRASIL, 2006, p.87).

Com base nessas respostas da P2, o grau de discussão presente nelas pode ser considerado alto, pois é possível identificar os aspectos sociais, ambientais e econômicos sendo levados em consideração pelos discentes. Quanto às respostas da P4, algumas são apresentadas a seguir:

A9: “É necessário que haja um tratamento adequado para o lixo de materiais tóxicos [...] também seria necessário pontos de apoio onde esses materiais domésticos como as pilhas seriam descartados da melhor forma possível e que haja um maior monitoramento nas águas que tenham essa contaminação, pois apesar de está interferindo no meio ambiente de forma direta, nos seres vivos também gera graves consequências”.

A8: “Uma das coisas que poderíamos fazer seria justamente o incentivo e conscientização da população para que não só aconteça o descarte corretamente, como também a reutilização desses metais, para que dessa forma possa ocorrer uma redução na extração desses na natureza. Sem contar na possibilidade de encontrar formas de substituí-los seja na produção de coisas ou até mesmo caso eles acabem, que é o que vai acontecer se não mudarmos de atitude”.

A10: “Seriam duas coisas: a reutilização desses metais pesados ou substituindo eles por matérias que não afetem muito a saúde humana nem o meio ambiente. O ruim é que somos muito dependentes desses metais já que ele acompanha os humanos desde o começo da evolução humana”.

Analisando o gabarito exposto na metodologia para a resposta da P4, temos que os discentes deveriam citar opções como substituição dos metais tóxicos por substâncias menos nocivas ao homem e ao meio ambiente, que não sejam bioacumulativas. Visando o gabarito do Enem, consideramos que A9 e A10 apresentam respostas que se aproximam esperado, pois A9 identifica a relação entre metais tóxicos e bioacumulativos, visto que ele cita a necessidade de pontos de apoio para descarte de materiais contendo metais, os quais sendo descartados no meio ambiente afeta o ser humano de forma direta, e para os seres vivos graves consequências também surgem. Logo, pode-se interpretar que esses materiais se comportariam como bioacumulativos e

por meio de reações em cadeias essas consequências nos seres vivos surgiriam.

O A10 discorre claramente a respeito da necessidade de substituição dos metais pesados, só não cita a não troca por materiais bioacumulativos. No entanto, é perceptível a noção de consciência que o mesmo tomou a respeito dos metais, uma vez que ele descreve sobre como a evolução humana foi acompanhada pelos metais, traços da metodologia adotada voltada para o âmbito da contextualização sociocultural. No qual, o aluno deve construir uma visão de mundo menos limitada, tornando-se para ele evidente que ele participa de um mundo que está sofrendo transformações a todo tempo, e, o reconhecimento histórico de determinados processos que acontecem na civilização é importante para compreensão de implicações sociais; econômicas e ambientais envolvidos com o uso e obtenção dos metais (BRASIL, 2000).

O A8 apresenta a solução de substituição dos metais visando o lado da escassez que pode vir a surgir com a extração exagerada e incentivo por meio de conscientização do descarte correto. Por mais que se distancie da resposta correta, o discente apresenta a preocupação com o esgotamento das jazidas de metais, o que implica diretamente na questão ambiental, social e econômica, pontos que os estudantes devem reconhecer no ensino de Química.

É importante destacar que um dos principais motivos da existência desses argumentos dos discentes, vem graças à implementação do ensino contextualizado em sala de aula, o que no fim se torna mais relevante que apenas despertar nos alunos a simples noção do que se estuda na Química, suas ferramentas e conhecimento superficial ocasionado pela mera transmissão de conteúdos. “É óbvio que o mundo físico é um sistema global complexo, formado por subsistemas que, interagindo e se relacionando, interferem nos processos sociais, econômicos, políticos, científicos, tecnológicos, éticos e culturais” (BRASIL, 1998, p. 31).

De certo, é necessário que o conhecimento isolado da Química seja disseminado, no entanto, ele por si só não consegue suprir os entendimentos necessários para que o aluno compreenda o mundo físico sem as relações dos subsistemas que o molda (BRASIL, 1998). Em cima disso, o ensino contextualizado aumenta o campo de visão dos alunos, facilitando que eles percebam de maneira mais clara o mundo físico. Analisando os pontos aqui levantados que são voltados para o lado ambiental e social, o grau de discussão apresentado é médio.

É relevante pontuar também o impacto que a HQ apresentou para discussão de temas transversais, a qual possibilitou que os discentes adquirissem visão voltada para assuntos envolvendo economia, meio ambiente, problemas sociais, por meio da contextualização realizada entre o conteúdo do quadrinho, a ciência, a tecnologia e a

sociedade.

Quanto às percepções dos discentes referentes à estratégia didática elaborada com a utilização de histórias em quadrinhos, vivenciada por eles, foi solicitado na P1 do questionário que eles discorressem sobre e algumas considerações estão expostas abaixo:

A9: “Eu achei bem legal, pois o assunto ficou mais fácil de ser compreendido já que os quadrinhos faz parte do cotidiano de muita gente. É uma didática que não faz ficar cansativa a aula, principalmente porque é uma matéria que eu tinha dificuldade”.

A8: “Eu acho muito interessante, porque o uso dos quadrinhos vem como algo lúdico que chama a atenção e que tem uma abordagem diferente sobre o tema falado”.

A3: “O uso dos quadrinhos foi bastante dinâmico e interativo que ajudou a compreender o papel do metal em uso no Wolverine... um apoio significativo para o raciocínio em si do papel do metal que estaria sendo criado pelos cientistas na vida real”.

A1: “É uma forma bastante interessante de se usar os quadrinhos, pelo fato de ser algo que atrai bem a atenção”.

A5: “Particularmente eu gostei bastante, achei criativa a ideia de colocar quadrinhos no slide, além de fazer os alunos prestarem mais atenção faz com eles entendam de maneira mais simples o assunto tratado. Gostaria que as aulas fossem administradas dessa forma para a clareza do assunto tratado”.

Com base nesses comentários podemos inferir e avaliar o recurso utilizado como recurso estimulador do ensino de metais, no que tange seus aspectos teóricos, como também na discussão de temas transversais expostos nos PCN's que visam discussões em âmbitos sociais; econômicos; ambientais, dentre outros. Assim, segundo Macedo (2011) as HQs tornam possível potencializar a contextualização no processo, as técnicas de ensino, e didática.

O A5 destaca que um dos pontos positivos da utilização dos quadrinhos em sala de aula está em o recurso prender a atenção e facilitar no entendimento do assunto, acreditamos que devido ao primeiro ponto, o segundo surge como consequência. Nas falas dos A1, A8 a questão da atenção novamente é citada, levando-nos a inferir e concordar com nossos referenciais teóricos que metodologias que fujam do modelo de ensino tradicional devem sempre que possível ser adotadas, pois podem ser capazes de motivar os discentes em sala de aula. Ainda na resposta do A8, notamos que ele discorre de maneira implícita sobre a possibilidade de contextualização que os quadrinhos podem promover quando argumenta que ele trouxe uma abordagem diferente sobre o assunto apresentado.

Com o que A3 discorre destaque aqui o ponto do raciocínio citado por ele, que compreendeu as informações apresentadas no quadrinho e viabilizando o entendimento

sobre características metálicas que os cientistas estavam estudando para sua criação, tornando possível compreender o papel que este teria na sociedade. Os comentários ressaltam sobre a importância do uso dos quadrinhos em sala de aula, os quais podem estimular os estudantes a participarem mais das aulas; ampliar suas leituras e interpretação de mundo; estimulam o cognitivo dos jovens desenvolvendo inteligência e raciocínio mais direto nos alunos, dentre outros (ARAÚJO; COSTA; COSTA, 2008.; CASTILHOS; KAMEL, 2008).

## 6 CONCLUSÕES

De maneira geral, quanto ao primeiro objetivo específico que se pretendia alcançar nesse trabalho, foi perceptível durante a intervenção que a apresentação das propriedades metálicas fluiu com a sequência didática proposta, logo o recurso da HQ se mostrou eficiente quanto a potencializar a discussão voltada para o conteúdo Químico. Um ponto a mais que poderíamos ter identificado, caso houvesse um método de coletas de dados e uma sequência didática mais elaborada para esse viés, seria se os discentes adquiriram também aprendizagem quanto às propriedades metálicas discutidas a partir do quadrinho.

Quanto ao segundo objetivo específico temos que o mesmo foi atingido, pois levando em consideração os graus de discussão identificados nos resultados que foram de médio para alto, os discentes foram capazes de relacionar aspectos sociais, ambientais e econômicos, levando em consideração o avanço científico e tecnológico apresentado a eles. Com isso, entendemos que a habilidade proposta para ser desenvolvida foi atingida, pois foram apresentadas características dela nas discussões levantadas pelos discentes com o grupo e nas respostas individuais dos alunos no questionário de análise de resultados também.

Através dessa pesquisa fica evidente para nós que envolver temas estruturadores como a metalurgia, sugerido pelos PCN, é um caminho com grande potencialidades para que o discente desenvolva habilidades e uma visão mais ampla dos assuntos das ciências relacionando-os com a vida cotidiana; sociedade; meio ambiente e afins, tornando dessa forma, o ensino da Química influenciador da formação cidadã dos alunos.

Contudo, acredito ser relevante também pontuar como a HQ escolhida foi um recurso que possibilitou a construção de “pontes” pelos alunos, entre o que foi apresentado nela, o conteúdo científico e os demais recursos utilizados na sequência didática dessa pesquisa, pois em alguns comentários que os discentes fizeram ficou evidente as relações sendo feitas. Dessa forma, concluímos que as histórias em quadrinhos se mostraram excelentes instrumentos didáticos potencializadores de discussões referentes a temas transversais e um instrumento que possibilita também abertura para discussão de conteúdos científicos, especialmente se a história apresentada envolver ficção científica como é o caso da HQ do Wolverine utilizada nesse trabalho.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. C. de.; COSTA, M. A. da.; COSTA, E. B. da. As histórias em quadrinhos na educação: possibilidades de um recurso didático pedagógico. **A Margem – Estudos**, Uberlândia-MG, v.1, n. 2, p. 26-36, Jul/Dez, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/271076589\\_as\\_historias\\_em\\_quadrinhos\\_na\\_educacao\\_possibilidades\\_de\\_um\\_recurso\\_didaticopedagogico\\_stories\\_in\\_comics\\_in\\_education\\_possibilities\\_of\\_a\\_teaching\\_-\\_educational\\_resource](https://www.researchgate.net/publication/271076589_as_historias_em_quadrinhos_na_educacao_possibilidades_de_um_recurso_didaticopedagogico_stories_in_comics_in_education_possibilities_of_a_teaching_-_educational_resource). Acesso em: 14 de Jun. de 2019.

ATKINS, P. **Princípios da química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BOTELHO, J.M.; CRUZ, V.A.G. **Metodologia Científica**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. *E-book*.

BRASIL. **PCN + Ensino médio**: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 14 de Jun. de 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações Curriculares Para o Ensino Médio**: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica – Brasília: Ministério da Educação, 2006. *E-book*.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: arte. Brasília: MEC, 1998. *E-book*.

BROWN, T.L. **Química, a ciência central**. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda., 2005.

CANTO, E. L. Do. **Minerais, minério, metais**: De onde vêm? Para onde vão?. 3. ed. Editora moderna, 2004.

CAREGNATO, R.C.A.; MUTTI, R. Pesquisa Qualitativa: Análise de Discurso Versus Análise de Conteúdo. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 15, n. 4, p.679-684, Out-Dez. 2006.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M. C. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência & Sociedade**, n. 8, p. 1-9, 2002. Disponível em: [http://www.cbpf.br/~eduhq/html/publicacoes/publicacoes\\_ancoras.htm](http://www.cbpf.br/~eduhq/html/publicacoes/publicacoes_ancoras.htm). Acesso em: 8 de Jun. de 2019.

CARVALHO, J. **Trabalhando com quadrinhos em sala de aula**. Rio de Janeiro: CECIERJ – Educação Pública, 2009. ISSN: 1984-6290 Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/suavoz/0116.html>. Acesso em 18 de jun. de 2019.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências**: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Thomson, 2004. *E-book*.

CASTILHOS, W.; KAMEL, C. R. L. **Ciências e quadrinhos**: explorando as potencialidades das histórias como materiais instrucionais. Rio de Janeiro: Instituto

Oswaldo Cruz, 2008. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/tiras-cientificas/8502/>. Acesso em: 14 de Jun. de 2019.

CUNHA, J. O. S.; VASCONCELOS, F. C. G. C. As tiras cômicas como recurso motivador para o desenvolvimento da autonomia de discentes de um curso de Licenciatura em Química. *In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA*. 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0704-1.pdf>. Acesso em: 14 de Jun. de 2019.

CUNHA, J. O. S.; VASCONCELOS, F. C. G. C. Concepções de professores mediante a linguagem explorada em uma tirinha cômica para o ensino de Química. *In: X CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS*. 2017, Sevilla. ISSN: 2174-6486. Disponível em: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2017nEXTRA/4.\\_concepcoes\\_de\\_professores\\_mediante\\_a\\_linguagem.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/4._concepcoes_de_professores_mediante_a_linguagem.pdf). Acesso em: 14 de Jun. de 2019.

DUARTE, H. A. Ligações Químicas: ligação iônica, covalente e metálica. Cadernos temáticos de Química nova na escola, n.4, p. 14-23, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/ligacoes.pdf>. Acesso: 13 de abr. de 2020.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2007, v. 12, n. 3, p. 305-320. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/462/266>. Acesso em: 14 de Jun. de 2019.

LEITE, B. S. Histórias em quadrinhos e ensino de Química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae –(RELUS)**, Foz do Iguaçu, v. 01, n. 01, p. 58-74, Jan/Jul, 2017. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/748>. Acesso em 20 de Jun. de 2019.

LIMA, V. F.; MERÇON, F. Metais pesados no ensino de Química. Química Nova na Escola, 2011, v. 33, n. 4, p. 199-205. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33\\_4/199-CCD-7510.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_4/199-CCD-7510.pdf). Acesso em: 14 de Jun. de 2019.

LUYTEN, S. M. M. Introdução. **Salto para o futuro - História em quadrinhos**: um recurso de aprendizagem, boletim 1, ano XXI, p. 5-9, 2011.

MACEDO, A. **Projeto garapa**: HQ na sala de aula. Publicações de maio e abril/2011. Blogspot. Disponível em: <http://hqnasaladeaula.blogspot.com.br/>, acesso em 18 de jun. de 2019.

MALTEZ, J. Fatos sobre as garras do Wolverine que você de saber. Aficionados, mar. 2017. Disponível em: <https://www.aficionados.com.br/garras-do-wolverine/>. Acesso em: 22/10/2020.

MARVEL ENTERTAINMENT. **X-men origins**: Wolverine nasce uma arma. New York, Magazine, 2009. p.32., il. color. Disponível em: <https://hqstambemecultura.blogspot.com/2015/12/x-men-origins-wolverine-download.html>. Acesso em: 09/10/2019.

MATOS, T. Logan: Quem é o herói a quem chamamos Wolverine?. **Na estante**, Jan. 2017. Disponível em: <http://www.revistaestante.fnac.pt/logan-heroi-chamamos-wolverine/>. Acesso em: 22/10/2020.

MENDONÇA, M. L. T. G.; CRUZ, R. P. As dificuldades na aprendizagem da disciplina de química pela visão dos alunos do ensino médio. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31. 2008, Águas de Lindóia. **Resumos [...]**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2008.

MONTEIRO, R.P. Wolverine: Arma-X. **Omelete**, Set.2014. Disponível em: <https://www.omelete.com.br/quadrinhos/wolverine-arma-x>. Acesso em: 22/10/2020.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. São Paulo: Papirus, 1997. *E-book*.

NEVES, Sílvia Conceição. **A História em Quadrinhos Como Recurso Didático em Sala de Aula**. 2012. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Artes Visuais)- Departamento de Artes Visuais da Universidade de Brasília. Palmas-Tocantins, 2012.

PAZ, G. L.; PACHECO, H. F. Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina. *In*: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E IX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10. 2010, Piauí. **Resumos [...]**. Piauí: Universidade Estadual do Piauí, 2010. p. 1-14. Disponível em: <http://www.uespi.br/prop/siteantigo/XSIMPOSIO/TRABALHOS/INICIACAO/Ciencias%20a%20Natureza/DIFICULDADES%20NO%20ENSINO-APRENDIZAGEM%20DE%20QUIMICA%20NO%20ENSINO%20MEDIO%20EM%20ALGUMAS%20ESCOLAS%20PUBLICAS%20DA%20REGIAO%20SUDESTE%20DE%20TERESINA.pdf>. Acesso em: 15 de Jun. de 2019.

PIZARRO, M. V. As histórias em quadrinhos como linguagem e recurso didático no ensino de ciências. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 7. 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. Disponível em: <http://www.posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/609.pdf>. Acesso em: 8 de Jun. de 2019.

PRODANOV, C.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**: 2. ed. Nova Hamburgo: Feevale, 2013. *E-book*.

RAMA, A (Org.); VERGUEIRO, W (Org.). **Como Usar as Histórias em Quadrinhos na Sala de Aula**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2018.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T.C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões. XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Acesso em: 8 de Jun. de 2019.

SANTOS, E. S.; FIGUEIREDO, M. O. B. S.; SOUZA, P. V. T.; AMAURO, N. Q.; FILHO, G. R. Metais: da África para o mundo. *In*: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa

Catarina, 2016.

SILVA, C. R. F.; LIMA, G. A.; ALVARENGA, M. A. F. M.; REZENDE, D. B. Uma proposta de atividade lúdica sobre metais tendo África como tema gerador para o ensino de Química no ensino fundamental. *In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*. 2018. Rio Branco, AC. **Anais [...]**. Rio Branco, Ac: Universidade Federal do Acre, 2018. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/339711631\\_Uma\\_proposta\\_de\\_atividade\\_ludica\\_sobre\\_metais\\_tendo\\_Africa\\_como\\_tema\\_gerador\\_para\\_o\\_ensino\\_de\\_Quimica\\_no\\_Ensino\\_Fundamental](https://www.researchgate.net/publication/339711631_Uma_proposta_de_atividade_ludica_sobre_metais_tendo_Africa_como_tema_gerador_para_o_ensino_de_Quimica_no_Ensino_Fundamental). Acesso em: 08 de abril de 2020.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; CUNHA, J. O. S. Percepções de licenciandos em Química sobre o uso de tira cômica como recurso didático. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae –(RELUS)**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 2, p. 47-65, ago./Dez, 2017. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/894>. Acesso: 14 de Jun. de 2019.

VERGUEIRO, W.; RAMOS, P. **Quadrinhos na educação: da rejeição à prática**. São Paulo: Contexto, 2009. *E-book*.

## ANEXO A – NOTICIA PARA DISCUSSÃO

## Educação

SIGA TERRA EDUCAÇÃO:



Enem História Curso de Inglês Vestibular Fala! Universidades Estudo prático

## Wolverine da vida real? Cientistas inventam o "adamantium"

Com base em simulações de computadores, cientistas criaram uma nova liga de metal que funde a 4126 °C; não há nada com ponto de fusão maior

29 JUL 2015 14h43 atualizado às 14h48



Os fãs de X-Men já estão acostumados a ver as garras de adamantium, um metal indestrutível, em ação pelas mãos do mal-humorado Wolverine. Mas o que eles não esperavam é que poderia existir um material tão impressionante como o da obra de ficção. O que parecia apenas invenção da imaginação do ser humano pode tornar-se realidade em breve. As informações são do Daily Mail.



Wolverine é um dos personagens mais queridos da Marvel; as garras de adamantium que possui são indestrutíveis

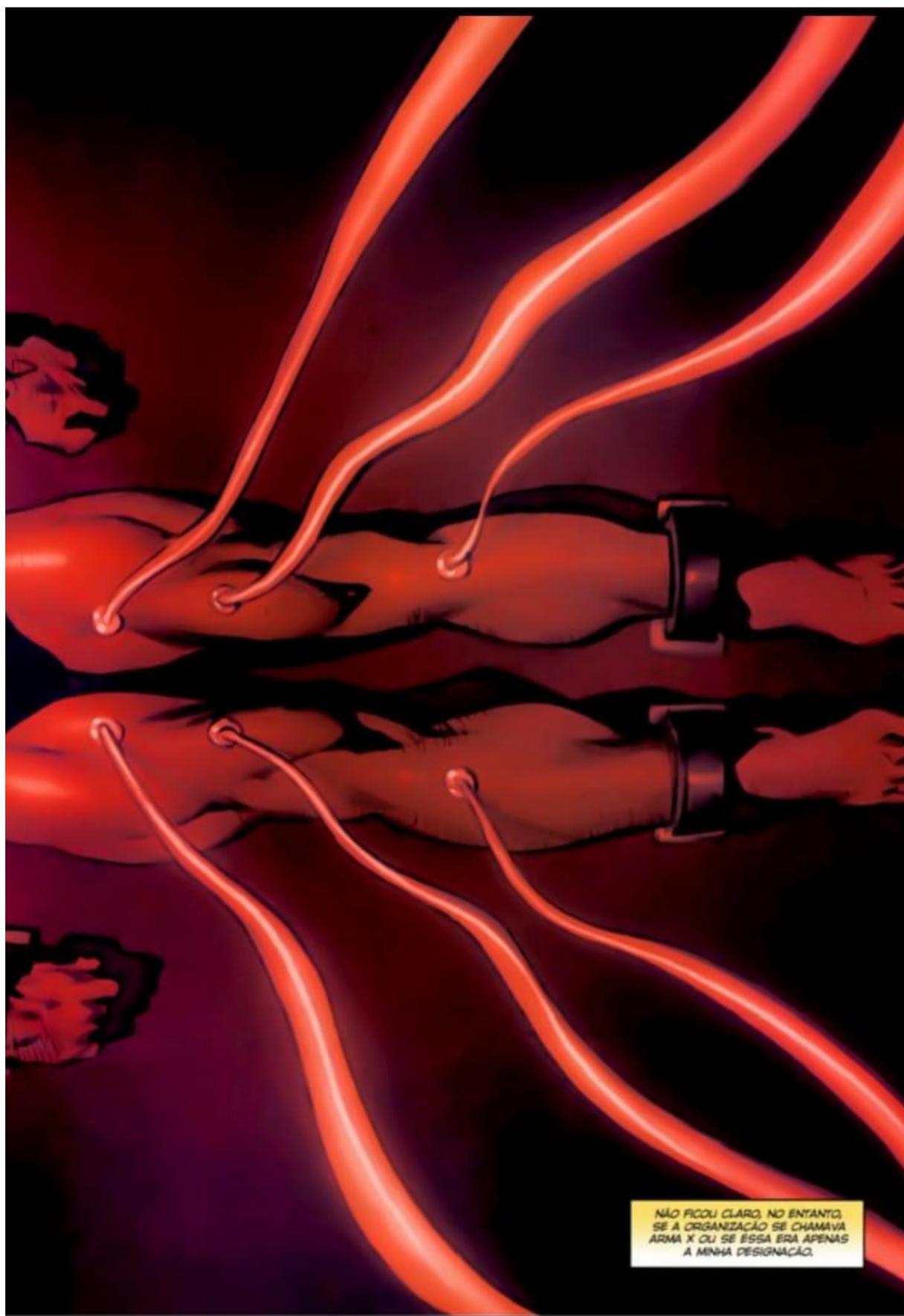
Foto: Universo Marvel

Baseados em simulações de computadores, cientistas americanos calcularam a composição ideal e inventaram uma nova liga de metal, uma combinação de háfnio, carbono e nitrogênio, que tem um ponto de fusão mais alto do que qualquer outra substância já conhecida: impressionantes 4126 °C.

Fonte: TERRA. Wolverine da vida real? Cientistas inventam o “adamantium”. 2015, disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/educacao/wolverine-da-vida-real-x-men-cientistas-inventam-o-adamantium,faa6c3171eea06b233b15e71df8f023936lfRCRD.html>. Acesso: 08/10/2019.

## ANEXO B – HQ X-men origins: Wolverine Nasce uma arma







ELE DESPERTA, E  
TUDO SE FOI.

TODAS AS MEMÓRIAS DE  
QUEM ELE ERA FORAM  
APAGADAS, SUBSTITUÍDAS.

ELES NÃO QUERIAM  
QUE NADA FICASSE NO  
CAMINHO ENTRE ELE E  
SUA OBEDIÊNCIA.

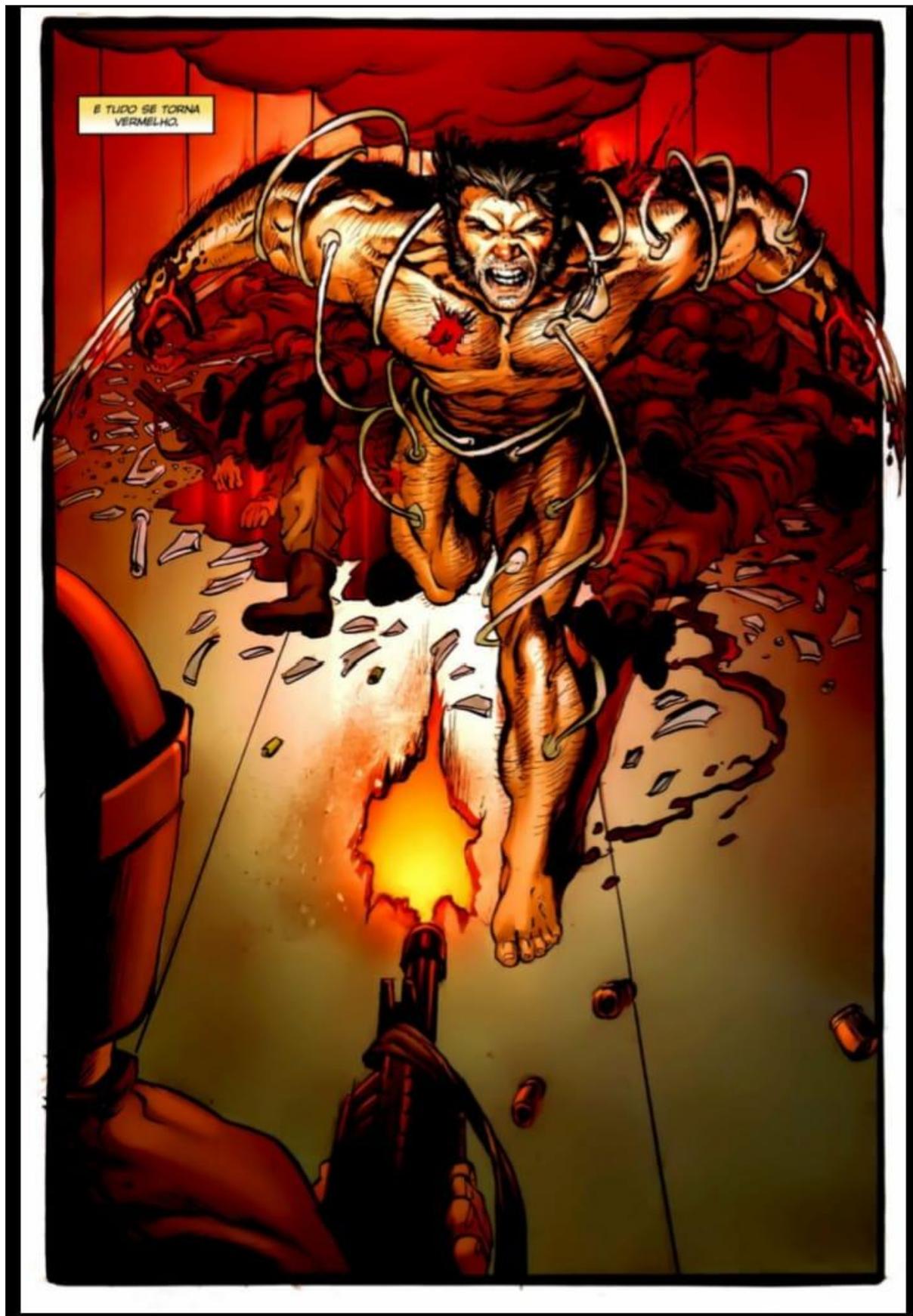
UM ASSASSINO  
PERFEITO, QUE  
NÃO PODERIA  
SER PARADO.

DERAM A ELE NOVAS MEMÓRIAS... POSSO  
PERCEBER O QUANTO SÃO FALSAS, O QUE  
FIZERAM À MENTE DELE FOI O PIOR TIPO DE  
VIOLAÇÃO QUE EU JÁ VI NA VIDA.

TENTARAM  
SUBSTITUIR TUDO  
AQUILO QUE O  
TORNAVA  
HUMANO...

... E  
PENSARAM  
SER CAPAZES  
DE CONTROLAR  
O ANIMAL.





Fonte: MARVEL. X-men origins: Wolverine Nasce uma arma. Jun, 2009. Disponível em: <https://hqstambemecultura.blogspot.com/2015/12/x-men-origins-wolverine-download.html>. Acesso em: 09/10/2019.

## ANEXO C – TEXTO PARA DISCUSSÃO

**Trechos retirados do livro: “Minerais, minérios e metais: de onde vêm? para onde vão?” – Canto (2004).**

Necessários à manufatura de objetos que utilizamos em nossa vida cotidiana, os metais - como, por exemplo, ferro, alumínio, níquel, cobre e chumbo – são provenientes do subsolo. É bastante clara a dependência do homem com relação aos recursos minerais. Esses recursos não se acham distribuídos de maneira uniforme por todo o globo terrestre, alguns países foram mais "abençoados" do que outros no que diz respeito às reservas minerais. Em geral os metais não são encontrados no subsolo "prontos para uso", mas sim fazendo parte da composição de minerais denominados "minérios".

Metalurgia é o nome utilizado para designar a sequência de processos que são executados visando obter um elemento metálico a partir do minério correspondente. Essa definição compreende, portanto, uma larga gama de operações que se iniciam na lavra\* - extração do minério da jazida - e terminam na confecção do objeto vendido ao consumidor. Dentre todas as etapas a mais delicada corresponde aquela que envolve a reação química de redução a 0 grau de dificuldade em sua realização varia como já dissemos de acordo com a nobreza do metal: No tocante a essa etapa podemos, *grosso modo*, dividir os metais em três grandes grupos, como mostramos a seguir.

No caso de metais muito nobres, como o ouro e a platina, a redução se torna desnecessária, pois já os encontramos na forma de substância simples, também chamada de *forma nativa*\*. Embora o cobre, a prata e, mais raramente, o mercúrio também possam ser encontrados na forma nativa, sua produção industrial é feita a partir de minérios. Sendo metais de considerável nobreza, a etapa de redução é relativamente fácil. Ela é feita através do simples aquecimento do minério na presença de oxigênio do ar. Metais como o ferro, o estanho, o zinco e o manganês não são tão fáceis de reduzir quanto os anteriores. Nesse caso, os minérios devem ser aquecidos na presença de uma substância apropriadamente escolhida, chamada de *agente redutor*\*, que vai reagir quimicamente com eles, provocando a redução do metal. Os agentes redutores mais usados são o coque (um tipo de carvão) e o monóxido de carbono (CO). Em alguns casos, emprega-se o alumínio metálico ( $Al^0$ ) para tal fim. Metais extremamente pouco nobres, como o alumínio, o magnésio e o sódio são tão difíceis de reduzir que se deve "apelar" para um método "violento", empregando corrente elétrica.

Os refinamentos tecnológicos com os quais nossa civilização se acostumou tornam, sem dúvida, difícil imaginar a vida sem objetos metálicos. No entanto, não podemos dizer que

as jazidas onde exploramos esses recursos não são inesgotáveis, pois são. Que fazer quando elas se extinguirem? Ou, melhor ainda, como impedir que cheguem a exaustão? Um primeiro caminho consiste em utilizar materiais alternativos em lugar dos metais. Nesse contexto, polímeros e compósitos vem ganhando destaque cada vez maior nos meios industriais. Uma segunda solução esta ligada ao processo denominado *reciclagem*, ou seja, o reaproveitamento de metais que fazem parte do lixo industrial doméstico e comercial. Em essência, podemos dizer que reciclar um metal consiste em sua fusão, seguida de uma nova modelagem. Além de diminuir a demanda por jazidas de minérios, a reciclagem propicia economia de energia. O caso que mais bem permite ilustrar isso é do alumínio. Em sua obtenção através do Processo de Heroult-Hall, e necessária uma considerável quantidade de energia elétrica. Para cada quilograma de metal produzido, gastam-se 11 mil quilojoules de energia elétrica. Contudo se reciclarmos a mesma quantidade de metal, a quantidade de energia necessária se reduz para apenas 967 quilojoules. Isso representa uma economia de 91 % de energia! Cabe, contudo ressaltar que durante o processo de reciclagem uma pequenina fração do metal sofre oxidação em contato com o oxigênio do ar, o que faz com que o processo não seja completamente eficaz.

A exploração dos recursos naturais esta ligada diretamente a preservação do meio ambiente desmatamento, apenas para citar um exemplo, que acompanha a exploração de minérios na região amazônica, nos faz pensar na relação custo/benefício da prática. A produção de metais a partir de minérios que contenham enxofre - caso do cobre, da prata, do mercúrio, do chumbo e do zinco - produz, na ustulação, o indesejável poluente  $SO_2$ , um dos responsáveis pelo fenômeno da chuva ácida. O mercúrio usado nos garimpos e, inadvertidamente, lançado as águas dos rios representa sério risco. O mesmo acontece com os efluentes de certas indústrias que podem conter, além do mercúrio, outros metais perigosos, como o cádmio. O descarte, de forma indevida, de baterias que contém chumbo ou cádmio lança perigosos poluentes no meio ambiente. Também é preocupante o uso de compostos de chumbo na gasolina ou nas tintas.

REFERÊNCIA: CANTO, E. L. Do. Minerais, minério, metais: De onde vêm? Para onde vão?. 3. ed. Editora moderna, 2004.

Fonte: CANTO, E. L. Do. Minerais, minério, metais: De onde vêm? Para onde vão?. 3. ed. Editora moderna, 2004.