

DISCUSSÕES SOBRE METAIS EM SALA DE AULA UTILIZANDO A HISTÓRIA EM QUADRINHOS (HQ) DO WOLVERINE

DISCUSSIONS ABOUT METALS IN THE CLASSROOM USING THE WOLVERINE COMIC STORY

Natália da Silva Monteiro  

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

✉ nataliamonteiro31@outlook.com

Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos  

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

✉ flaviacrisgomes1@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho apresenta uma sequência didática desenvolvida para o ensino de metais utilizando uma história em quadrinhos (HQ), como recurso que pode viabilizar discussões contextualizadas durante o processo de ensino e aprendizagem de Química. Considerando que as práticas de ensino tradicionais e descontextualizadas contribuem para a desmotivação dos alunos desta disciplina, emerge 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 explorar 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 a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 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, possibilitando o desenvolvimento de competências nos alunos, e um recurso viável 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 sobre metais.

PALAVRAS-CHAVE: Contextualização. Ensino de Química. Quadrinhos. Metais.

ABSTRACT: This paper presents a didactic sequence developed for the teaching of metals using a comic book as a resource that can enable contextualized discussions during the process of teaching and learning Chemistry. Considering that traditional and decontextualized teaching practices contribute to the demotivation of students in this subject, the need for innovation in these practices emerges, as well as the use of alternative resources that awaken the interest for this science. Thus, this work aims to explore the potential that the comic book of the character Wolverine of the X-Men series has for the teaching of Metals in Basic Education, as well as for the development of skills and competences listed in the official documents of Education, such as the Common National Curricular Base (CNCB). Therefore, the work was carried out following the precepts of a descriptive qualitative research, applied to a first year high school class, in which the data analysis was performed based on audiovisual records and the application of a questionnaire. It was noticeable that the comic book proved to be a resource that allows the discussion of transversal themes in the classroom, enabling the development of skills in students, and a viable resource for the presentation of scientific content in Chemistry, considering that students could discuss social, environmental and economic aspects, based on scientific and technological progress on metals.

KEY WORDS: Contextualization. Chemistry teaching. Comics. Metals.

Introdução

Considerando as mudanças recorrentes no cenário educacional, uma vez que cada vez mais se observam mudanças e avanços na sociedade, tanto em termos sociais como tecnológicos, é necessário que haja a inovação dos processos de ensino-aprendizagem na escola. Desse modo, 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 deixa de fazer sentido e vem sofrendo críticas há bastante tempo, fazendo-nos pensar em diferentes 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 se demonstram 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 dos aprendizes.

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. Considera-se também neste trabalho a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a qual coloca o estudante como agente atuante na construção do seu conhecimento, a partindo também de competências e habilidades nas quais estão implícitos os conteúdos a serem explorados em sala de aula.

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, e assim é crescente as diversas 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 com objetivos claros de uso na sala de aula.

Dito isso, essa pesquisa é um recorte do trabalho de conclusão de curso da autora, o qual levantou como problema de pesquisa: “como a HQ do personagem Wolverine da série X-Men, pode viabilizar o entendimento do conteúdo de metais na educação básica”. Foi um estudo desenvolvido dentro do Programa Residência Pedagógica, com fins de investigar e identificar a potencialidade que as histórias em quadrinhos possuem para a apresentação de conteúdos da Química e o desenvolvimento de habilidades e competências descritas na BNCC. Utilizando a HQ como recurso didático, atrelada a discussões contextualizadas na perspectiva sociocultural, buscou-se explorar os 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, e analisar as contribuições do recurso para o entendimento das implicações sociais, econômicas e ambientais no contexto de obtenção dos metais.

Referencial Teórico

Histórias em Quadrinhos no Ensino

A utilização dos quadrinhos em sala de aula pode viabilizar uma melhor compreensão das informações científicas, devido a presença da linguagem verbal e visual e, a perspectiva lúdica em situações cotidianas que podem ser explorados neste material. Ou seja, HQs podem ser vistos como recursos ricos para explorar temas do cotidiano do aluno e ampliar o processo de discussão e compreensão dos conteúdos, a partir da interpretação de cada aluno. Elas podem ser utilizadas em sala de aula de diferentes formas, desde 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 a aprendizagem das informações científicas. Ou seja, é preciso que professores e alunos entendam que as histórias em quadrinhos podem ser recursos complementares aos que são utilizados em sala de aula, como o livro didático e os vídeos. 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 que o professor compreenda as relações possíveis de serem feitas entre o conteúdo e o quadrinho, pois a aula não acaba e não se sustenta apenas com o recurso, é necessária uma sequência didática bem estruturada, com objetivos claros da função do recurso para explorar o assunto.

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). 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.

Com isso, os quadrinhos se apresentam como um recurso didático que pode oportunizar aos aprendizes a aprendizagem de informações científicas na área das Ciências, e Química, foco deste trabalho, em uma perspectiva menos conteudista. Pesquisadores (Laburú, Barros & Kanbach, 2007; Mendonça & Cruz, 2008; Paz & Pacheco, 2010) afirmam que a disciplina de Química é vista como uma matéria desinteressante e desestimulante, devido a metodologia usada pelo professor ser restrita ao uso de regras, fórmulas, nomenclaturas e cálculos que são distantes do cotidiano dos alunos. Assim, identifica-se que a prática do professor precisa ser melhorada visto que diversos recursos e estratégias são realizadas, demonstrando eficácia no processo de ensino e aprendizagem desta ciência. Como por exemplo, o uso de vídeos, simulações e histórias em quadrinhos como recurso didático possibilitam a aprendizagem também.

O ensino de química e os documentos oficiais da educação brasileira

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)

De forma complementar, apresentamos as diretrizes presentes na Base Nacional Comum Curricular, que em sua primeira competência específica atribuída a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, diz que:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global (Brasil, 2017, p. 540)

Ou seja, é necessário que o aluno consiga desenvolver criticidade, que possibilitem a aplicação do conteúdo aprendido em diversos contextos, associando a 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. Ademais,

[...] 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.

A partir disto, os documentos oficiais (Brasil, 2000, p.37) apresentam ideias para abordagem no ensino de Química voltadas para esse viés de retirada do aluno do modo passivo e agente envolvido em seu processo de ensino-aprendizagem. Dentre elas, uma com relação ao ensino de

metais é utilizar como temática “a metalurgia” 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. Outra proposta seria 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, devem ser desenvolvidas habilidades e competências que versem na “representação e comunicação”, “compreensão e investigação”, e “percepção social e histórica” no ensino de Química.

Dentre essas categorias, destaca-se a necessidade de se permitir que os estudantes relacionem estes aspectos com os conceitos de Química, perpassando pela representação macroscópica, 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.

Quanto ao ensino sobre metais na educação básica, Lima e Merçon (2011) destacam que uma abordagem envolvendo metais pesados e meio ambiente pode ser um excelente tema para contextualização. Em cima disso, uma abordagem histórica acerca da metalurgia que possibilita discussões quanto aos processos de obtenção dos metais, e, conseqüentemente a implicações no meio ambiente, com 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 quaisquer metais 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, visto que, em concentrações específicas, alguns metais são essenciais ao metabolismo celular.

Porém, os impactos ambientais não estão apenas voltados para a questão de concentração que os metais são encontrados ou descartados, pois podem ser exploradas questões quanto à exaustão das jazidas, que são podem ser exploradas de forma descontrolada podendo 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 de o 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.

Aderindo a todas essas problemáticas e questões sobre os metais pesados, exaustão das jazidas, os processos realizados para obtenção de metais, descartes inadequados, é possível desenvolver uma discussão voltada para o desenvolvimento de competências e habilidades presentes nos documentos oficiais, através de uma sequência didática estruturada com recursos didáticos inovadores, como a HQ, e capazes de despertar o interesse dos discentes em se tornarem ativos em sala de aula.

X-Men Origins: Wolverine

Personagem reconhecido pelos nomes James Howlett, Logan e Wolverine, teve a origem da sua história no universo dos quadrinhos desconhecida por um bom tempo, até surgirem roteiristas que explorassem diversas formas de origem do personagem. No entanto, o roteirista Len Wein escreveu o Wolverine, batizado como 'James Howlett', o qual viveu durante sua infância em uma plantação no Canadá, até que suas habilidades como mutante se manifestarem (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, que foi revestido com o metal mais resistente criado do universo fictício, conhecido como *Adamantium* (Matos, 2017; Maltez, 2017).

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).

A escolha da HQ X-Men origins Wolverine – “Nasce uma arma” Marvel (2009) aconteceu por ele ser um herói conhecido nos quadrinhos, em desenhos animados e filmes, com sua história conhecida por muitos jovens. Devido à habilidade mais visada do personagem serem suas garras metálicas, reconheceu-se a oportunidade desenvolver um estudo contextualizado acerca dos metais e suas propriedades metálicas, relacionando com o personagem.

Caminhos da Pesquisa

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.

Nesta perspectiva, esta pesquisa foi realizada com 12 alunos do primeiro ano do ensino médio, de um Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) localizado no município de Caruaru-PE, a partir do Programa da Residência Pedagógica. 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. 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 os estudantes (Figuras 1, 2 e 3), na quais apresentam-se momentos 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 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; brilho e cor.
- Posteriormente, foi retomada a pergunta realizada *“É possível existir esse tipo de metal na realidade?”*, a partir dela, foi apresentada a notícia (Figura 4) que aborda um estudo que alguns cientistas estão desenvolvendo a fim de produzirem um metal que se assemelha as características do *Adamantium*. Este trecho de notícia serviu como base 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 com a turma um texto de Canto (2004) a respeito do processo de obtenção de metais, tipos de poluições relacionadas a esse processo e ao uso dos metais de forma inadequada, e possíveis métodos para substituição dos 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 uso de metais?”.*
 - *“Que outros tipos de poluição ambiental os metais podem provocar?”.*

Fonte: As Autoras.

Para análise dos dados, foram levados em consideração os registros audiovisuais produzidos durante a intervenção, a qual foi registrada por áudio 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.

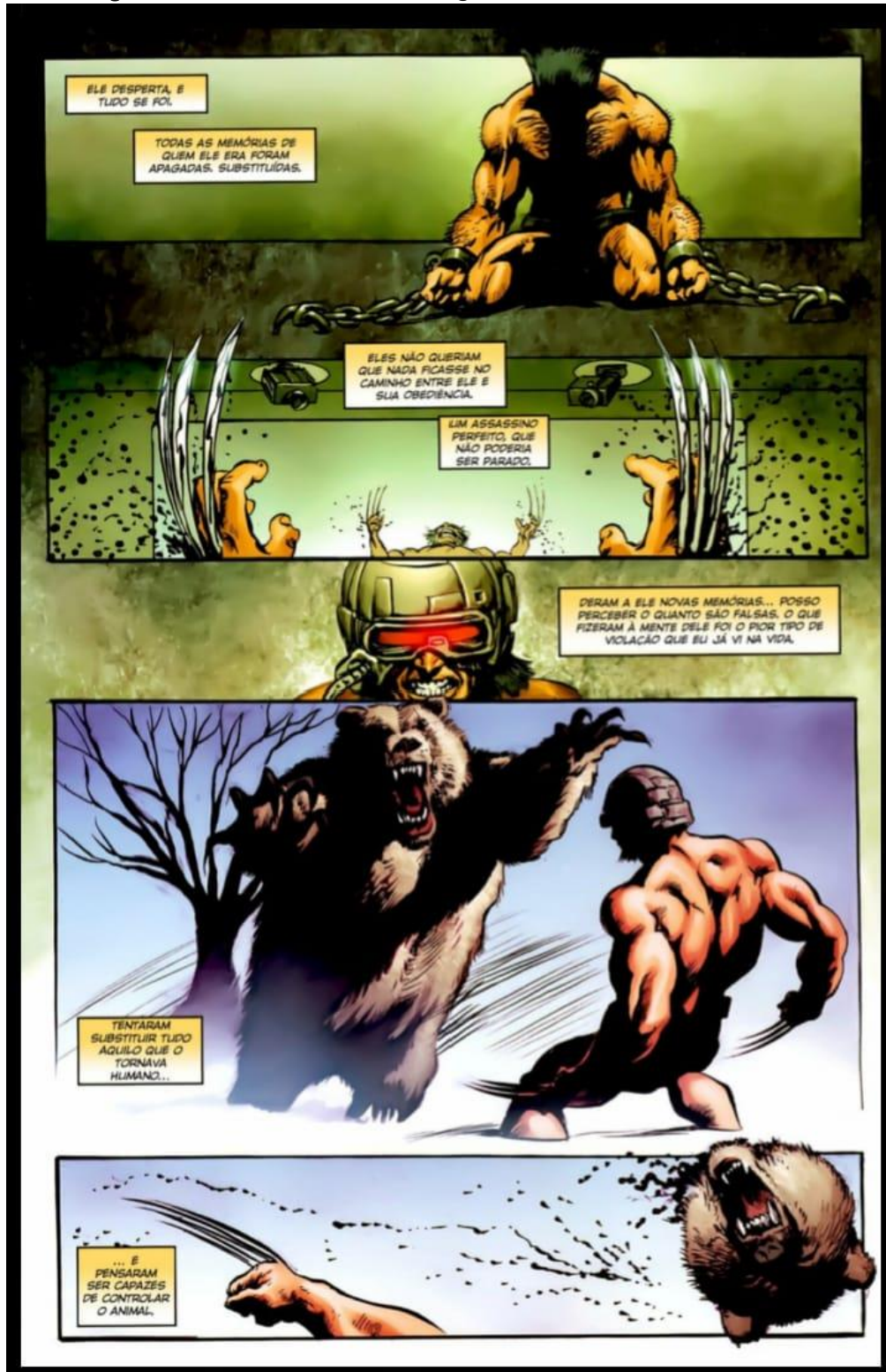
Fonte: BRASIL (2002, p. 92).

Figura 1: Trecho 1 da HQ X-Men origins Wolverine: Nasce uma arma.



Fonte: MARVEL. X-Men origins: Wolverine Nasce uma arma (2009).

Figura 2: Trecho 2 da HQ X-Men origens Wolverine: Nasce uma arma.



Fonte: MARVEL. X-Men origens: Wolverine Nasce uma arma (2009).

Figura 3: Trecho 3 da HQ X-Men origins Wolverine: Nasce uma arma.



Fonte: MARVEL. X-Men origins: Wolverine Nasce uma arma (2009).

Figura 4: Imagem do trecho da notícia usada na sequência didática

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

29/05/2015 19:43 atualizado em 19:43

[Facebook](#) [Twitter](#) [Pinterest](#) [LinkedIn](#)

O s 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).

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

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

Fonte: As autoras.

Quanto ao **Aspecto social** ele será identificado quando: o aluno 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 melhoramento da vida humana. **Aspecto ambiental:** o discente apresenta uma visão de que o meio ambiente sofre poluição com o processo de obtenção 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.

O quadro 4 descreve as perguntas presentes no questionário e o objetivo que cada uma buscou atingir.

Quadro 4: Questões do questionário

PERGUNTAS (P)	OBJETIVOS
P1: Tomando como exemplo o trabalho dos cientistas que estão em busca de criarem um metal na realidade que se aproxima do <i>Adamantium</i> do universo fictício, caso isso seja possível, discuta a questão do malefício e benefício com a criação desse metal.	Identificar se os alunos conseguiram compreender as relações entre o desenvolvimento tecnológico e científico e os impactos que estes podem provocar na vida social, economia, no ambiente e no mundo.
P2: 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. Como ocorrerá o derretimento?	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. Avaliar o uso da HQ como um instrumento estimulador do ensino-aprendizagem.
P3: Adaptado do 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 (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. Disponível em: http://www.mma.gov.br . Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado). Qual seria uma medida que poderia contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatado no texto?	Identificar se os alunos conseguiram compreender as relações entre o desenvolvimento tecnológico e científico e os impactos que estes podem provocar na vida social, economia, no ambiente e no mundo.

Fonte: As Autoras.

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 da questão proposta pelo ENEM. Dessa forma, a partir dos resultados poderemos identificar a influência da proposta no desenvolvimento de

habilidades propostas pelos documentos oficiais usados neste trabalho. Para a Pergunta 3, tem-se como resposta: *Mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico*; E para a Pergunta 4: *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*.

Após a coleta de dados, eles foram analisados, buscando explorar as informações apresentadas pelos estudantes e os registros feitos, bem como analisando com os objetivos e respostas utilizadas como base de análise.

Resultados e Discussão

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”.

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

Foi perceptível com esses questionamentos que os discentes possuem uma visão direcionada à tabela periódica quanto o entendimento 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 na sociedade. 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 mais conteudista neste cenário, pois quando realizada essa intervenção, esses discentes vivenciaram o conteúdo que se refere a metais no semestre anterior com o professor preceptor do Programa Residência Pedagógica. Diante disso, podemos inferir que a forma como as informações foram passadas pelo professor preceptor foi mais voltado para a transmissão de informação com exemplos superficiais. O acompanhamento da realização desta aula no primeiro semestre ocorreu pela residente, autora deste trabalho, e assim, identificou-se que esta abordagem inviabilizou a compreensão mais aplicada sobre o assunto de metais, o qual poderia ser explorado em um contexto mais social do aluno.

Mediante a apresentação das respostas aos questionamentos anterior, foi feita uma breve alusão à história dos metais, e como forma de adentrar no assunto das propriedades metálicas e foi solicitado que os discentes citassem algumas conhecidas por eles, relacionando com a 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. No entanto, de forma equivocada, pois a resposta correta envolveria explicar essa modificação do metal por meio da propriedade do ponto de fusão, que no personagem do Wolverine, o metal é derretido para ser inserido no seu corpo.

Quanto à utilização da HQ para a abordagem das propriedades dos metais, foi perceptível que a apresentação inicial das informações foi coerente com a discussão posterior apresentada pelos alunos. Na análise das respostas dos questionários da P2 (questão que se referia especialmente à propriedade da condutibilidade dos metais), 5 alunos a responderam corretamente, conforme é visto a seguir.

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 P2, os argumentos deles, quanto ao derretimento do gelo ser maior na bandeja de alumínio, é explicado pela condutibilidade dos metais (Canto, 2004). No entanto, outros discentes se equivocaram em suas respostas, dissertando sobre o derretimento ocorrer mais rápido na bandeja de plástico. Com isso, identifica-se um equívoco da interpretação da pergunta, os quais elaboraram uma estratégia de resposta imaginando uma mescla da situação anterior com a nova situação que o professor colocou, pois como observou-se algumas das respostas a seguir, 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. Destaque-se ainda que outro equívoco apresentado nas respostas se refere a “absorver a temperatura”, visto que isto não existe, pois, a troca de calor como forma de energia entre o sistema e as bandejas, é referente ao equilíbrio térmico existente no meio (Silva, 2005).

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 (figura 4). Com base no que é apresentado nela, 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 da BNCC, como por exemplo, o A1 discorre sobre a perspectiva econômica 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 resposta de A1, apresenta-se 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 a fundição do suposto metal criado e os testes realizados em programas de computadores.

Após a discussão envolvendo a notícia da figura 4, 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 os processos de obtenção dos metais; como são realizados; 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 obtenção.

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.

Em seguida, foi entregue as duplas um texto do autor Canto (2004), com o objetivo de se ter mais informações para debater a questão: “Pensando em tudo que já conversamos sobre obtenção de metais, 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 a 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, foi direcionado para a reciclagem, conscientização e o descarte correto. Identifica-se assim que não foram consideradas 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, os quais também causam problemas ambientais graves, como o descarte de plástico de forma irregular. É interessante pontuar isso, visto que este assunto foi retomado quando realizada a pergunta P3 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, 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”.

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 da figura 4, 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 (Fator Regeneração pode ser entendido como 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). 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 P1 e P3 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 P1 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 nas 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. Mediante o que foi apresentado, infere-se que os discentes possuem argumentos e contra-argumentos a respeito do impacto da criação e uso do metal que se assemelha ao Adamantium, relacionando com as informações presentes no texto usado na sequência didática, bem como as inferências realizadas pela residente durante sua aplicação.

Nas respostas do A3 e A10 identifica-se a preocupação deles com o aspecto 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 que foram discutidas durante a intervenção, a qual foi visto que na produção de materiais diversos a partir de metais 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 documentos oficiais 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 aumento do produto para a 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 das habilidades apresentadas na BNCC, as quais discorrem que para o ensino de Química, o aluno deve reconhecer e compreender as transformações químicas, associadas a extração da matéria prima na natureza, e suas relações com a produção de materiais na perspectiva industrial os através do desenvolvimento tecnológico, em diferentes contextos (Brasil, 2006; 2017).

Com base nessas respostas da P1, 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. Em relação às respostas da P3, destacam-se:

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 do ENEM para a resposta da P3, 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, devido a necessidade de pontos de apoio para descarte de materiais contendo metais. Isto é devido o descarte ocorrendo no meio ambiente pode afetar o ser humano e demais seres vivos de forma direta com graves consequências. Logo, pode-se interpretar que esses materiais se comportariam como bioacumulativos e por meio de reações em cadeias essas consequências 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 ele desenvolveu a respeito dos metais, uma vez que ele descreve sobre como a evolução humana foi acompanhada pelos metais, denotando assim traços do resultado obtido a partir da metodologia adotada voltada para o âmbito da contextualização sociocultural. Identificando-se assim que o aluno iniciou o processo de construção de uma visão de mundo menos limitada, tornando-se para ele evidente que 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; 2017).

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.

Conclusão

De maneira geral, 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, seria se os discentes adquiriram também aprendizagem quanto às propriedades metálicas discutidas a partir do quadrinho, algo para se pensar nas próximas pesquisas, visto que este aspecto não conseguiu ser maior aprofundado devido o tempo de aplicação da sequência didática. Esta problemática ocorreu devido o cronograma apresentado pelo preceptor da Residência Pedagógica, o qual deveria concluir o planejamento proposto pela escola. Mesmo assim, foram identificados aspectos positivos quanto o uso da HQ com o personagem do Wolverine e o Adamantium.

Quanto ao desenvolvimento da habilidade do âmbito sociocultural por parte dos discentes, consideramos que eles começaram a desenvolver estes aspectos, pois levando em consideração

os graus de discussão identificados nos resultados que foram de médio para alto, eles 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 grupos e nas respostas individuais dos alunos no questionário.

Ademais, através dessa pesquisa fica evidente para nós que envolver temas estruturadores como a metalurgia, tem sua potencialidade para que o discente desenvolva habilidades e uma visão mais ampla dos assuntos das ciências relacionando-os com a vida cotidiana; sociedade; meio ambiente dentre outros, 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 dos discentes fez-se evidente as relações sendo feitas. Dessa forma, concluímos que as histórias em quadrinhos se mostraram um recurso em potencial para a realização de discussões referentes a temas transversais, relacionando com os 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., Costa, M. A. & Costa, E. B. (2008). As histórias em quadrinhos na educação: possibilidades de um recurso didático pedagógico. *A Margem – Estudos*, 2(1), 26-36. Recuperado de 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
- Botelho, J. M., & Cruz, V. A. G. (2013). *Metodologia Científica*. (1. ed.) São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Brasil (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC.
- Brasil (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil (2002). *PCN + Ensino médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/Semtec. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.
- Brasil (2006). *Orientações Curriculares Para o Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias*. Secretaria de Educação Básica, Brasília: Ministério da Educação.
- Brasil (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação.
- Canto, E. L. (2004). *Minerais, minério, metais: De onde vêm? Para onde vão?*. (3. ed.) Editora Moderna.
- Carvalho, A. P. (2004). *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Thomson.
- Castilhos, W., & Kamel, C. R. L. (2008) *Ciências e quadrinhos: explorando as potencialidades das histórias como materiais instrucionais*. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz. Recuperado de <http://agencia.fapesp.br/tiras-cientificas/8502/>
- Laburú, C. E., Barros, M. A., & Kanbach, B. G. (2007). *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*, 12 (3), 305-320. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/462/266>.
- Lima, V. F., & Merçon, F. (2011). Metais pesados no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 33 (4), 199-205. Recuperado de http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_4/199-CCD-7510.pdf.
- Maltez, J. (2017). Fatos sobre as garras do Wolverine que você de saber. Recuperado de <https://www.aficionados.com.br/garras-do-wolverine/>.
- MARVEL (2009). X-Men origins: Wolverine nasce uma arma. *New York Magazine*, (pp. 0-32), [Revista em Quadrinhos]. Recuperado de <https://hqstambemecultura.blogspot.com/2015/12/x-Men-origins-wolverine-download.html>
- Matos, T. (2017). Logan: Quem é o herói a quem chamamos Wolverine? Recuperado de <http://www.revistaestante.fnac.pt/logan-heroi-chamamos-wolverine/>.
- Mendonça, M. L. T. G., & Cruz, R. P. (2008). As dificuldades na aprendizagem da disciplina de química pela visão dos alunos do ensino médio. In *Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química*, (pp.31). Águas de Lindóia, São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. Recuperado de <http://sec.sbq.org.br/cdrom/31ra/resumos/T0152-2.pdf>
- Moraes, M. C. (1997). *O paradigma educacional emergente*. São Paulo: Papyrus.
- Neves, S. C. (2012). *A História em Quadrinhos Como Recurso Didático em Sala de Aula. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Artes Visuais da Universidade de Brasília, Palmas, TO, Brasil.*
- Paz, G. L., & Pacheco, H. F. (2010). 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*. (pp. 1-14). Piauí: Universidade Estadual do Piauí. Recuperado de <http://www.uespi.br/prop/siteantigo/XSIMPOSIO/TRABALHOS/INICIACAO/Ciencias%20da%20NATUREZA/DIFICULDADES%20NO%20ENSINO-APRENDIZAGEM%20DE%20QUIMICA%20NO%20ENSINO%20MEDIO%20EM%20ALGUMAS%20ESCOLAS%20PUBLICAS%20DA%20REGIAO%20SUDESTE%20DE%20TERESINA.pdf>
- Prodanov, C. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. (2. ed.) Nova Hamburgo: Feevale.
- Rama, A., & Vergueiro, W. (2018). *Como Usar as Histórias em Quadrinhos na Sala de Aula*. (4. ed.) São Paulo: Contexto.
- Rocha, J. S., & Vasconcelos, T. C. (2016). Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões. In *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado de <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>
- Silva, J. L. P. B. (2005). Por que não estudar entalpia no Ensino Médio. *Química nova na Escola*. 22 (4), 22-25. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a04.pdf>