

The story of work in Comics as educational material for Science teaching

Luana Cristina Avelino¹Nádia Cristina Guimarães Errobidart²**Resumo**

A integração de imagem e comunicação oral e escrita contribui para o desenvolvimento de capacidade mais ampla de leitura, pois, a reprodução de significados e a organização de conceitos é apresentada em códigos que não podem ser pensados separadamente. Entretanto, temos poucas pesquisas que estudam caminhos para a construção de um texto alternativo com linguagem em quadrinho, num sistema narrativo composto pela linguagem multimodal. Buscando suprir esta carência, realizamos o estudo que resultou nas reflexões apresentadas neste artigo sobre a proposição de integração da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia com a Teoria da Aprendizagem Significativa e a construção de uma história em quadrinhos como síntese final de uma representação interdisciplinar. A situação problema empregada aborda uma questão socioambiental sobre o uso de agrotóxico na sociedade atual. Os resultados são exemplificados a partir de HQs que sinalizam que o jogo de comunicação visual e verbal solicita uma adequada alfabetização por parte do construtor e do leitor e que isto favorece a dialogicidade entre material e leitor. A mediação é fundamental para informar e formar e auxiliar o leitor reconhecer os conhecimentos que foram integrados na representação interdisciplinar, usando o jogo de linguagem.

Palavras-chave: Conhecimento interdisciplinar. Situação problema socioambiental. Multimodal.

Abstract

The integration of image and oral and written communication contributes to the development of broader reading skills, as the reproduction of meanings and the organization of concepts is presented in codes that cannot be thought of separately. However, we have little research that studies ways to build an alternative text with comic language, in a narrative system composed by multimodal language. Seeking to fill this gap, we conducted the study that resulted in the reflections presented in this article on the proposal of integrating the Cognitive Theory of Multimedia Learning with the Theory of Meaningful Learning and the construction of a comic book as the final synthesis of an interdisciplinary representation. The problem situation employed addresses a socio-environmental issue, about the use of pesticides in today's society. The results are exemplified from HQs that signal that the visual and verbal communication game requires adequate literacy on the part of the builder and the reader and that this favors the dialog between material and reader. Mediation is fundamental to inform and train and assist the reader to recognize the knowledge that has been integrated into interdisciplinary representation, using the language game.

Keywords: Interdisciplinary knowledge. Socio-environmental problem situation. Multimodal.

¹ |Professora da Educação Básica na Rede Estadual de ensino de Mato Grosso do Sul; Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

² Professora do Curso de Física Licenciatura e do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Coordenadora de projeto de pesquisa no Programa Ciência na Escola com fomento do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), Ministério da Educação (MEC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Introdução

A carência de pesquisas sobre histórias em quadrinhos (HQ) é indicada por Waldomiro Vergueiro, um dos principais pesquisadores brasileiros sobre HQ no ensino e orientador de diferentes estudos acadêmicos. Assim como neste trabalho, outros autores sinalizam uma lacuna em relação a pesquisas nacionais sobre e com HQs como objeto de ensino e aprendizagem, justificando que os estudantes gostam deste tipo de leitura e elas podem ser empregadas pelos professores de diferentes formas (CAMPOS, 2011; JUNIOR; GAMA, 2017; LEITE, 2017; KUNDLATSCH; SILVEIRA, 2018; VIANA; ERROBIDART, 2017). No caso do ensino de ciências, esta carência é mais acentuada e poucos são os trabalhos que sugerem proposições pautadas em resultados de projetos de pesquisas (AVELINO; ERROBIDART, 2020; ERROBIDART; CALHEIRO, 2019).

Considerando o quantitativo de HQs produzidas para utilização como material de ensino e estratégia pedagógica para construção de conhecimentos disciplinares, alguns dos pesquisadores do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências (GINPEC) se dedicam a este objeto de estudo, concebendo sua potencialidade como materialização de uma representação interdisciplinar na perspectiva de Fourez (1997) e Maingain, Dufour e Fourez (2008).

A discussão apresentada neste artigo faz parte de um destes projetos do GINPEC, recorte de um trabalho de mestrado que produziu um texto alternativo pautado em linguagem visual e icônica, a partir de uma reflexão sobre o meio e a linguagem, na perspectiva sugerida por Rama e Vergueiro (2012), com o objetivo de orientar a abordagem de conceitos disciplinares de química, integrando-os em uma discussão sobre o uso de agrotóxico pela sociedade moderna. O uso de agrotóxico foi selecionado como situação-problema para orientar o percurso investigativo, fundamentado em Maingain, Dufour e Fourez (2008), conforme discutido no tópico seguinte deste artigo. Ela não se caracteriza como uma situação-problema regional, se considerarmos que o Brasil é um grande consumidor deste tipo de produto químico e isto contribui para se manter como um dos maiores produtores de alimento para esta sociedade moderna.

Isto sugere a relevância da discussão apresentada no texto alternativo, assim como a concepção de que a “[...] leitura na escola é um meio de reproduzir significados, organizar os

conceitos científicos e de construir e ampliar interações sociais” (CAMPOS, 2011, p. 22).

Salientamos que:

[...] texto alternativo será compreendido como um texto que, vinculado ao conteúdo didático, suplementa e aprofunda os conceitos ou temas desenvolvidos pelo professor, apesar de não possuir uma destinação didática como função prioritária, desde que revisado quanto à adequação ao ambiente escolar, pode ser utilizado para fins didáticos. [...] não precisam ser necessariamente um texto escrito, em um determinado contexto, poderiam ser uma palavra, apenas (CAMPOS, 2011, p. 26).

Como não precisa necessariamente ser concebido como um texto escrito, o produto educacional resultante desta pesquisa de mestrado foi materializado com linguagem de quadrinhos, empregando o jogo de mensagens visuais, escritas e orais (fala dos personagens), fundamentado em Rama e Vergueiro (2012) e discutido no referencial teórico. Neste tópico discutimos ainda as teorias que ajudaram a planejar um caminho para fomentar um processo dialógico entre leitor e texto, com aspectos do contexto sócio-histórico.

1. Referencial teórico

A leitura de uma história em quadrinhos precisa promover a dialogicidade e momentos de interação discursiva estudante-HQ-professor. Isto porque:

[...] diferentes estudantes leem a mesma HQ diferentemente e com vários focos. Entretanto, dentro da sala de aula, seu uso exige intencionalidade pedagógica para evitar o puro entretenimento. É preciso, portanto, equacionar a diretividade e idiosincrasia da leitura, equilíbrio ou prazer da leitura de uma HQ com a finalidade pedagógica que subsidia seu uso (JUNIOR; UCHOA, 2015, p. 93).

A intencionalidade pedagógica da leitura com promoção da dialogicidade é o que nos leva a considerar, assim como os autores da citação, que o papel do professor é fundamental no processo de mediação do ensino. Cabe ao professor a seleção de uma HQ adequada aos seus objetivos pedagógicos e a escolha de estratégias para utilizá-la em sala de aula.

Rama e Vergueiro (2012) sugerem que o professor busque selecionar uma HQ que tenha relação com o conhecimento disciplinar explorado na aula e que ela esteja, preferencialmente, em uma língua que os estudantes dominem, para não dificultar a compreensão da mensagem. Os autores também ressaltam diferentes benefícios que o uso de uma HQ pode trazer para os processos de ensino e aprendizagem, mas chamam atenção para o fato que não substitui a

função do professor na interação discursiva HQ-estudante. Como mediador do processo, continua com o cargo de desvelar o conhecimento disciplinar algumas vezes implícito na narrativa, ou conduzir uma leitura crítica sobre a integração das linguagens, avaliando a relação entre a mensagem visual, escrita e oral, apresentada pelo autor.

Concordamos com os autores que a compreensão de todas as mensagens presentes em um quadrinho, sejam elas implícitas ou explícitas, não é tão simples como alguns leitores de ocasião imaginam. O jogo de linguagens visual, escrita e oral, na qual uma HQ é estruturada, pode passar despercebido para eles se não vivenciarem um processo de alfabetização em HQ, como sinaliza Rama e Vergueiro (2012). Esta alfabetização também é necessária para os pesquisadores que desejam produzir uma narrativa icônica, com a finalidade de materializar um objeto de conhecimento para ser ensinado. Ao autor da HQ, é necessário domínio deste jogo de linguagem, ou uma alfabetização desta integração visual e verbal (escrita e oral) que será apresentada pela mensagem de um quadrinho ou um conjunto deles.

Professores e estudantes algumas vezes desconhecem este sistema narrativo e, neste caso, a alfabetização em linguagem de quadrinhos possibilitaria uma melhor mediação e compreensão da integração de conhecimentos disciplinares apresentados nas imagens, falas e textos. A compreensão de um quadro ou vinheta, que consiste na estrutura mais básica de uma HQ, solicita que o leitor saiba que a disposição da imagem, assim como as dos balões de fala, materializa uma informação de cima para baixo, da esquerda para a direita.

A linguagem icônica é utilizada para apresentar uma mensagem fazendo uso de “[...] enquadramentos, planos, ângulos de visão, formato dos quadrinhos, montagem de tiras e páginas, gesticulação e criação de personagens, bem como a utilização de figuras cinéticas, ideogramas e metáforas visuais” (RAMA; VERGUEIRO, 2012, p. 34).

Em um único quadro é possível representar, por uma imagem fixa, um instante ou uma sequência deles, e um leitor de ocasião pode não compreender que os quadros sequenciados remetem à ideia de uma ação específica. Além da alfabetização icônica, a interação estudante-HQ pode ficar prejudicada se ela solicitar a mobilização de conhecimentos prévios, sem os quais ele enfrentará dificuldades para compreender a mensagem da vinheta.

A forma como esta mensagem fica resguardada na vinheta é um aspecto desta linguagem icônica que desloca o leitor entre o passado e presente da narrativa, ao separar os quadros com as linhas contínuas ou tracejadas, respectivamente. O desconhecimento deste recurso de transporte entre passado e presente do personagem, ou situação ilustrada, pode resultar em uma

não interação: seria como passar os olhos em um texto escrito em uma língua que não domina. O estudante pode até ler a informação, mas não vai compreender o significado da mensagem se não for alfabetizado em linguagem de quadrinhos.

Além destes aspectos mencionados anteriormente, Rama e Vergueiro (2012) pontuam o uso de figuras cinéticas e metáforas visuais, representadas por símbolos ou convenções gráficas relacionadas ao senso comum, relações com a cultura ou contexto social, como fontes de dificuldade para compreensão das mensagens.

Quanto ao uso da linguagem verbal oral, indicando a fala dos personagens da HQ, esta dificuldade pode ser menor e os autores apontam que o cuidado está associado à disposição destes balões no quadro, que seguem a mesma ordem da escrita convencional. Quanto às linhas que delimitam os balões, elas também sinalizam uma mensagem: as linhas tracejadas denotam a ideia de que o personagem está falando em voz baixa; balão em nuvem com o rabicho em bolhas representa o pensamento do personagem; tracejado em zig-zag pode representar a fala de um aparelho eletrônico ou gritos; quando o rabicho é levado para fora do quadrinho remete à fala de um personagem que não está na cena; ligado a um balão inferior remete a uma pausa na fala; com vários rabichos representa vários personagens falando ao mesmo tempo.

O formato das letras empregadas no interior dos balões também expressa mensagens: maiores que os demais e em negrito representam um tom de fala mais alto que o normal; menor representa tom de voz baixo; tremidas sinalizam medo ou pavor; com fontes diferentes indicam fala em outro idioma, diferente dos outros personagens presentes na cena. Quando o indicador de fala é inserido na parte superior do quadrinho, indica a participação de um narrador na história. Este recurso geralmente é empregado para situar o leitor “[...] no tempo e no espaço, indicando mudança de localização dos fatos, avanço ou retorno no fluxo temporal, expressões de sentimentos ou percepções dos personagens, etc.” (RAMA; VERGUEIRO, 2012, p. 62).

As onomatopeias “[...] são signos convencionais que representam ou imitam um som por meio de caracteres alfabéticos” (RAMA; VERGUEIRO, 2012, p. 62), representam recursos independentes dos balões e geralmente são desenhadas no local onde ocorre o som que estão representando.

Defendemos o ponto de vista de que é importante ao pesquisador, que deseja trabalhar com história em quadrinhos, a compreensão destes aspectos teórico-metodológicos, sinalizados por Rama e Vergueiro (2012) como um processo de alfabetização em linguagem de quadrinho. Consideramos que o domínio deste processo de alfabetização icônica é necessário ao

pesquisador construtor de uma narrativa em quadrinhos, pois, com o emprego deste jogo de linguagens ele pode potencializar o aspecto motivacional da leitura, destacado pelos trabalhos listados na introdução. Acrescentamos a este ponto positivo a possibilidade de ampliar o potencial cognitivo da HQ, construindo-a como material alternativo para ensinar e promover momentos de informação e formação de conhecimentos.

Entretanto, assim como Santos (2019), não evidenciamos uma orientação teórico metodológica específica para a linguagem em quadrinhos e que possibilite a construção de uma narrativa com potencial para informar e formar no contexto do ensino de ciências. E, pautados na sua sugestão, ampliamos os estudos sobre a equivalência dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM), proposta por Richard Mayer, e as relações existentes com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel.

A discussão apresentada no subtópico seguinte orientou a construção de um suporte teórico que guiou a elaboração de uma HQ com narrativa potencialmente significativa.

1.1. Uma HQ com potencialidade para informar e formar

Em trabalhos anteriores verificamos a carência de histórias em quadrinhos produzidas com a finalidade de contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem, de conhecimentos disciplinares explorados na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, principalmente. A escassez é ainda maior se considerarmos materiais didáticos multimodais construídos como representações interdisciplinares, com objetivo de promover alfabetização científica na perspectiva discutida por Fourez (1997) e Maingain, Dufour e Fourez (2008).

Assentindo com a reflexão de Santos (2019) sobre a necessidade de estudos para a construção de um material potencialmente significativo, usando linguagens verbal e visual, recorremos à Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2009). Segundo ela, as pessoas aprendem melhor quando estimuladas por meios ou dispositivos que buscam a interação de imagens e palavras, do que quando estimuladas apenas por palavras em um texto.

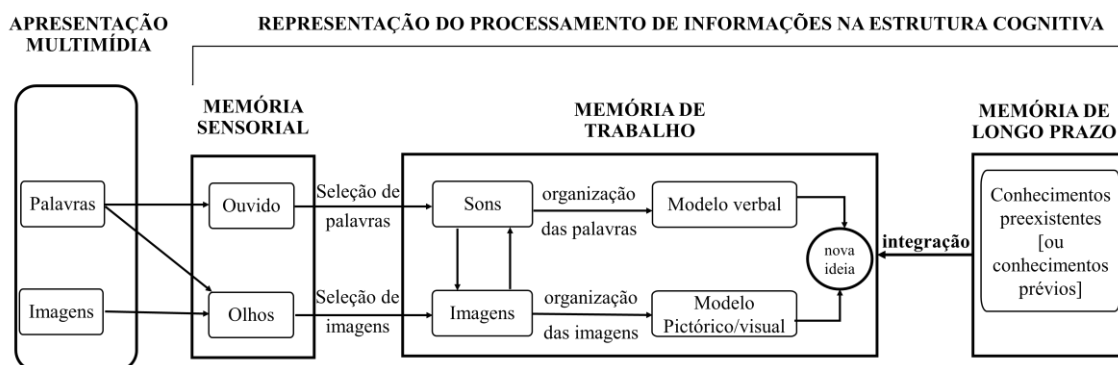
Mayer (2009) aponta que a forma como apresentamos uma mensagem reflete nossa concepção de como as pessoas aprendem, ainda que não explicitemos uma teoria de aprendizagem. Se usamos uma apresentação multimídia, por exemplo, carregada de informações dispersas, refletimos a ideia de que quanto mais informações apresentamos ao estudante, melhor é sua aprendizagem e que ele não precisa de uma orientação para

compreender a mensagem. São percebidos como gravadores que “[...] não precisam de nenhuma orientação para organizar e dar sentido às informações apresentadas” (MAYER, 2009, p. 61). Concepção de ensino e aprendizagem muito presente no senso comum, que sugere que somos passivos receptores e acumuladores de informações, bem diferente do que sugerem estudos em psicologia cognitiva.

Mayer (2009, p. 61-62) faz uma discussão sobre um modelo cognitivo de aprendizagem multimídia, no qual sugere uma representação de como ocorre o processamento de informações na estrutura cognitiva humana.

Na Figura 1 temos na primeira caixa box, do lado esquerdo, a indicação de uma apresentação multimídia que emprega palavras e imagens para compor a mensagem que desejamos que seja verificada pelo sistema humano de processamento de informações. As três outras caixas foram concebidas por nós como uma representação do processamento de informações na estrutura cognitiva. Entretanto, são individualmente discutidas por Mayer (2009) como memórias sensorial, de trabalho e de longo prazo, representadas em proporções que sugerem uma relação com o tempo de permanência e forma de integração e armazenamento nelas materializadas.

FIGURA 1 – Modelo de aprendizagem pautado Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia



Fonte: Adaptado de Mayer (2009, p. 61).

Mayer (2009) declara domínio do processamento na memória de trabalho, pois, na sensorial apenas visualizamos rapidamente as informações e selecionamos aquelas palavras e imagens que serão manipuladas ativamente na consciência. Isto justifica a caixa box central com maior amplitude, sugerindo ser o ponto central do processamento e a fonte de algo novo. O autor utiliza um círculo em branco para indicar este algo novo, resultado de uma dupla

integração: dos modelos construídos e destes com o conhecimento preexistente, armazenados na memória de longo prazo.

Os dois modelos, concebidos mediante a organização das informações selecionadas pela memória sensorial ao visualizarmos a apresentação multimídia, mobilizam o deslocamento de um conhecimento preexistente, armazenado na memória de longo prazo, representada pela caixa box disposta no lado direito da Figura 1. Ela seria “[...] um grande depósito de conhecimentos” no qual podem ficar armazenadas “[...] grandes quantidades de conhecimentos, por longos períodos de tempo” (MAYER, 2009, p. 62). Mas eles ficam apenas depositados nesta caixa de memória, porque nela não ocorre um trabalho ativo sobre os conhecimentos ali armazenados.

Ele sinaliza esta ausência de trabalho ativo na memória de longo prazo, usando uma seta, com sentido da direita para a esquerda, em direção ao círculo que fica no espaço que considera que ocorre o processamento ativo das informações. “O resultado do processamento cognitivo ativo é a construção de uma representação mental coerente” (MAYER, 2009, p. 68).

O autor não nomeia o conceito ao mencionar a construção do modelo mental representado pelo círculo, mas nós o tratamos como uma nova ideia ou novo conhecimento, buscando integrar a teoria de aprendizagem de Ausubel (2003) com a TCAM. Estas são as adaptações da representação de Mayer (2009): a inserção dos nomes, nova ideia, e conhecimentos prévios na representação. Concebemos que estes conhecimentos preexistentes mencionados por Mayer (2009) seriam os conhecimentos prévios relevantes que servem de alicerce para a aprendizagem significativa.

O estudo de Santos (2019), conforme mencionamos anteriormente, sinalizou para a possibilidade de empregar a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) integrada com a TCAM como referencial para a construção das narrativas apresentadas nas histórias em quadrinhos. Os nossos estudos possibilitaram maior compreensão das relações possíveis entre as teorias e nos levou a aprofundar a reflexão, tal como sugerido pelo autor, principalmente porque concordamos sobre a necessidade de um referencial pedagógico para orientar a construção de materiais com linguagem de quadrinhos.

Neste sentido, defendemos o ponto de vista de que as HQs podem contribuir para o processo de aprendizagem, de preferência significativa, se assim forem construídas: como um material potencialmente significativo ou organizador avançado (AUSUBEL, 2003). Além disto, elas precisam considerar o modo de apresentação das informações, sinalizado por Mayer

(2009), para estimular um duplo canal de processamento. Tal estimulação por meio de uma HQ é alicerçada na discussão que explica as setas de sentidos opostos, inseridas na caixa da memória de trabalho da Figura 1. Concordamos com a defesa de Mayer (2009) sobre a possibilidade de o estudante realizar a conversão de informação visual em sonora e vice-versa.

A integração das teorias pode minimizar o que na TCAM é indicado como “processamento cognitivo estranho” (MAYER, 2009, p. 80), o que sugere que haja cuidado com as palavras e imagens usadas na apresentação multimídia. O descuido, pode deslocar da memória de longo prazo um conhecimento preexistente, logicamente plausível para o estudante, mas que é equivocado ou não relevante, e pode levar a uma compreensão errada da mensagem (SANTOS, 2019).

Reforçamos a defesa sinalizada por Santos (2019) em favor da integração da TAS e TCAM como possível referencial pedagógico para orientar a construção de história em quadrinhos. Ampliamos a discussão relacionando conceitos ausubelianos com os que fundamentam os princípios da TCAM, mantendo o entendimento expresso por Santos (2019) sobre o emprego dos processos cognitivos. No Quadro 1 sintetizamos uma discussão sobre o processamento estranho.

QUADRO 1 – Integração TCAM e TAS processamento estranho

	Princípios	Comentários	Aplicação em HQs
Reduzir o processamento estranho	Coerência	Qualquer conteúdo ou informação que for inserida, como palavra ou imagem, em uma apresentação multimídia, a mensagem que seu construtor deseja transpor deve ficar clara, coerente e objetiva. Não sendo recomendado empregar elementos visuais ou verbais desnecessários, que sejam irrelevantes para a compreensão da mensagem e que possam causar processamento cognitivo estranho ao estudante.	As linguagens verbal e visual se auto complementam, apresentando uma mensagem de forma integrada, numa forma de repetição multicontextual. Recomenda-se cuidado para que imagens e palavras solicitem um mesmo conhecimento prévio relevante, preexistentes na memória de longa duração, ou complementares.
	Sinalização	O aprendizado é favorecido quando se insere informações visuais ou verbais relacionadas com conhecimentos prévios relevantes que podem contribuir para o processamento cognitivo e construção de modelos na memória de trabalho. Muito útil quando se possui pouca habilidade de leitura.	A informação apresentada num quadro é utilizada como alicerce para o próximo, atuando como conhecimento prévio para alicerçar a construção da nova ideia. Desta forma a leitura da sequência de quadros materializa uma intenção de organização e integração com conhecimentos prévios. Neste caso, a mensagem se revela e fica completa com a leitura de todos os quadros da narrativa.

	Redundância	A aprendizagem tende a ser significativa quando a informação é apresentada em quadros diferentes, contendo linguagens visual e verbal, apresentada de forma diferente em cada quadro. Além disto, a aprendizagem é melhor quando a narrativa ocorre no idioma do leitor.	A redundância deve aparecer no jogo de linguagens, implícita em quadros sequenciados ou não. Isto não significa a simples repetição de informação, mas a variação na forma como é explorada na apresentação da mensagem. Uma integração diversificada da informação apresentada em um quadro com linguagem visual, em outro escrita e depois oral.
	Contiguidade espacial	As pessoas aprendem melhor quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas simultaneamente, em vez de sucessivamente. Desta maneira, é mais provável a construção de conexões mentais entre representações verbais e visuais no momento da leitura.	Os variados tipos de balões, linhas cinéticas e informações do narrador precisam estar integrados aos personagens numa vinheta ou quadros numa mesma tira. Uma linha sequencial pode ser empregada para sinalizar a movimentação dos personagens em um cenário ou na mudança dele. O jogo de enquadramento e perspectivas pode ser utilizado para sugerir diferentes momentos.
	Contiguidade temporal		

Fonte: Autoras.

Assim como Mayer (2009), entendemos que o emprego de palavras e imagens que não contribuem para potencializar a aprendizagem pode atrapalhar a capacidade dos estudantes de selecionar, organizar e integrar as informações da apresentação multimídia com conhecimentos preexistentes na memória de longa duração. É aconselhado cuidado com a utilização de recursos que atrapalhem a capacidade cognitiva de processamento do estudante e que pode resultar em nenhuma aprendizagem ou aprendizagem errada.

No Quadro 2 apresentamos uma síntese da discussão de princípios da TCAM, associados ao processamento cognitivo essencial, explicitando a seleção e organização das informações na memória de trabalho a partir da nossa concepção de relação com a TAS.

QUADRO 2 – Integração TCAM e TAS processamento essencial

	Princípios	Comentários	Aplicação em HQs
Gerenciar o processamento essencial	Segmentação	As pessoas aprendem melhor quando uma determinada ideia é apresentada na sequência discursiva, com repetição multicontextual, ou fragmentado, de forma coerente, para facilitar o aprendizado, e não de uma única vez. Quanto mais divisões possuir o material com o conteúdo a ser aprendido, maior é o controle do ritmo do aprendiz em passar de uma etapa para a outra. Mobiliza inicialmente um conhecimento prévio relevante, produzindo o enriquecimento deste com as novas informações. Com a organização destas	Como a natureza dos quadrinhos já é fragmentada, a repetição multicontextual pode facilmente ser integrada na narrativa. A construção da sequência discursiva pode mobilizar conhecimentos prévios, tomando-se o cuidado de realizar o jogo de linguagens visual e verbal, para a leitura não ficar cansativa. Apresentar sinalizações de como integrar o conhecimento prévio com as novas ideias e, desta

		informações temos um conhecimento novo, o qual pode posteriormente ser consolidado na estrutura cognitiva do estudante.	forma, potencializar a aprendizagem.
	Pré-Formação	As pessoas aprendem melhor, quando já conhecem as denominações, as representações e as características dos principais conceitos existentes no material, ou apresentação multimídia. Recomenda-se promover uma pré- formação de nomeações conceituais e vocabulário utilizados na apresentação multimídia, para que seja utilizado pelo estudante como uma espécie de organizador prévio ou avançado.	É importante utilizar a informação apresentada num quadro como ancoradouro para o outro, elaborando um quadro de conhecimento relevante para ancoragem do novo conhecimento. Neste caso, o jogo de linguagens visual e verbal é útil, pois, a imagem de fundo poderá ser usada para alicerçar os conceitos apresentados verbalmente, como palavra escrita ou fala de personagens. Este jogo de linguagem no quadro pode ser um recurso para facilitar a interpretação da mensagem.
	Modalidade	As pessoas aprendem melhor quando linguagens visual e verbal são apresentadas no idioma do leitor, respeitando os signos conceituais.	Uso adequado da linguagem.

Fonte: Autoras.

No Quadro 2 reforçamos a nossa concepção de que as teorias se aproximam ao sinalizar que os estudantes constroem modelos com base na seleção e organização das informações disponibilizadas na apresentação multimídia, planejada e produzida pelo professor, com base em seus objetivos pedagógicos. Ao discutir a representação da aprendizagem multimídia, Mayer (2009) destaca as conexões realizadas pelos estudantes usando “pedaços de conhecimentos”, inseridos como palavras e imagens. Esta concepção sugere os conceitos prévios usados como alicerce para a construção de um novo conhecimento na leitura de Ausubel (2003).

A organização das imagens para construção de um modelo é entendida por Mayer (2009) como um processo cognitivo que requer organização daquilo que selecionou na apresentação multimídia, considerando conhecimentos preexistentes. Isto se assemelha à indicação de Ausubel (2003) para ocorrência de aprendizagem significativa.

No quadro 3 apresentamos o último dos três processamentos de memória sinalizados por Mayer (2009) que contribuem para a aprendizagem multimídia que aproximamos da TAS. Consideramos os princípios do processamento generativo para a construção de um material didático com linguagem de quadrinhos.

QUADRO 3 – Integração TCAM e TAS processamento generativo

Promover o processamento generativo	Multimídia	A utilização de palavras e imagens de forma única favorece muito mais o aprendizado, proporcionando muito mais conexões cognitivas do que a utilização somente de palavras.	É inerente aos quadrinhos o uso de texto escrito como imagem, compondo o cenário ou fala dos personagens.
	Personalização	A aprendizagem é facilitada se a comunicação empregada é semelhante à empregada no contexto, o material utilizado apresenta palavras no estilo coloquial, como se fosse uma conversa rotineira entre pessoas, sem emprego do estilo formal. É necessário ambientalizar o leitor apresentando uma comunicação sociável e próxima do seu contexto.	A narrativa busca a dialogicidade, promovendo uma conversa interna com o leitor, que ao interagir com a HQ pode empregar uma voz mental para cada um dos personagens e do narrador.
	Voz		
	Imagem	Numa animação, as pessoas aprendem melhor quando a imagem do orador é adicionada à tela.	É inerente aos quadrinhos.

Fonte: Autoras.

Consideramos que a mente humana possui limitações para processar várias informações ao mesmo tempo. E um material que possui poluição visual ou auditiva acaba dificultando o objetivo de aprendizagem. Mayer (2009) discute sobre alguns cuidados necessários para não construção de uma apresentação multimídia poluída e que atenda os objetivos de aprendizagem.

Nos três quadros indicados anteriormente apresentamos uma discussão explícita de conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa que, integrados aos princípios da TCAM, podem contribuir para que uma HQ seja elaborada como um material potencialmente significativo.

Ao discorrer sobre o tripé que favorece a aprendizagem significativa, Ausubel (2003) destaca que para que ela ocorra, é necessário que o estudante esteja predisposto para aprender, que ele tenha conhecimentos prévios relevantes na sua estrutura cognitiva e que estes sirvam para ancorar um novo conhecimento. A construção de uma HQ que leve em consideração esta apresentação de conhecimentos prévios em princípios do processamento essencial pode favorecer esta aprendizagem, mantendo o elemento motivacional da HQ.

Os conhecimentos, relevante e novo, inseridos na HQ potencialmente significativa solicitam uma sequência discursiva que respeite a linguagem e empregue os processos e princípios programáticos, que facilitam a aprendizagem significativa: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e consolidação do conhecimento.

O processo de assimilação sequencial de novos significados, a partir de sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, resulta na diferenciação progressiva de conceitos ou proposições, no conseqüente aperfeiçoamento dos significados e numa potencialidade melhorada para se fornecer ancoragem a aprendizagens significativas posteriores (AUSUBEL, 2003, p.106).

O princípio da diferenciação progressiva aparece explicitamente na narrativa quando “[...] a disposição do próprio material de aprendizagem, em cada tópico ou subtópico, quer a sequência dos vários subtópicos e tópicos, num determinado curso, [que] também estejam, no geral, em conformidade com o mesmo princípio” (AUSUBEL, 2003, p. 166).

A reconciliação integrativa ou integradora é evidenciada em um material didático se ele apresentar evidências de contra-ataque explícito de semelhanças e diferenças entre as ideias, “[...] se reconciliarem as inconsistências reais ou aparentes e para se combinar ou integrar ideias semelhantes que sejam logicamente relacionais umas com as outras” (AUSUBEL, 2003, p.168). Ele sugere que estas relações sejam apresentadas de forma explícita no texto da sequência discursiva, por meio da combinação e integração das ideias exploradas.

Tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integrativa são processos ausubelianos que podemos inserir na narrativa dos quadrinhos, em conformidade com o princípio da pré-formação do processo cognitivo da TCAM e gerenciar o processamento essencial.

Quanto à consolidação, “[...] alcança-se através da confirmação, correção e clarificação, no decurso do retorno (feedback), e através da prática diferencial e da revisão, no decurso da exposição repetida, com retorno ao material de aprendizagem” (AUSUBEL, 2003, p. 172). Santos (2019) não discorre sobre o emprego deste processo ausubeliano na construção da narrativa da HQ, mas entendemos que é importante para o processo de aprendizagem.

Propomos a inserção de vinhetas que atendam ao princípio de segmentação e que busquem uma revisão de conceitos que serão importantes para promover a aprendizagem e desta forma contribuam para que a HQ seja construída com a pretensão de ser um material potencialmente significativo, atendendo às indicações de Ausubel (2003).

1.2. A construção do roteiro

Retornando ao conceito de repetição multicontextual da TAS, relacionado ao princípio da redundância da TCAM, definimos o ponto de vista a partir do qual elaboramos a narrativa da HQ: o da interdisciplinaridade.

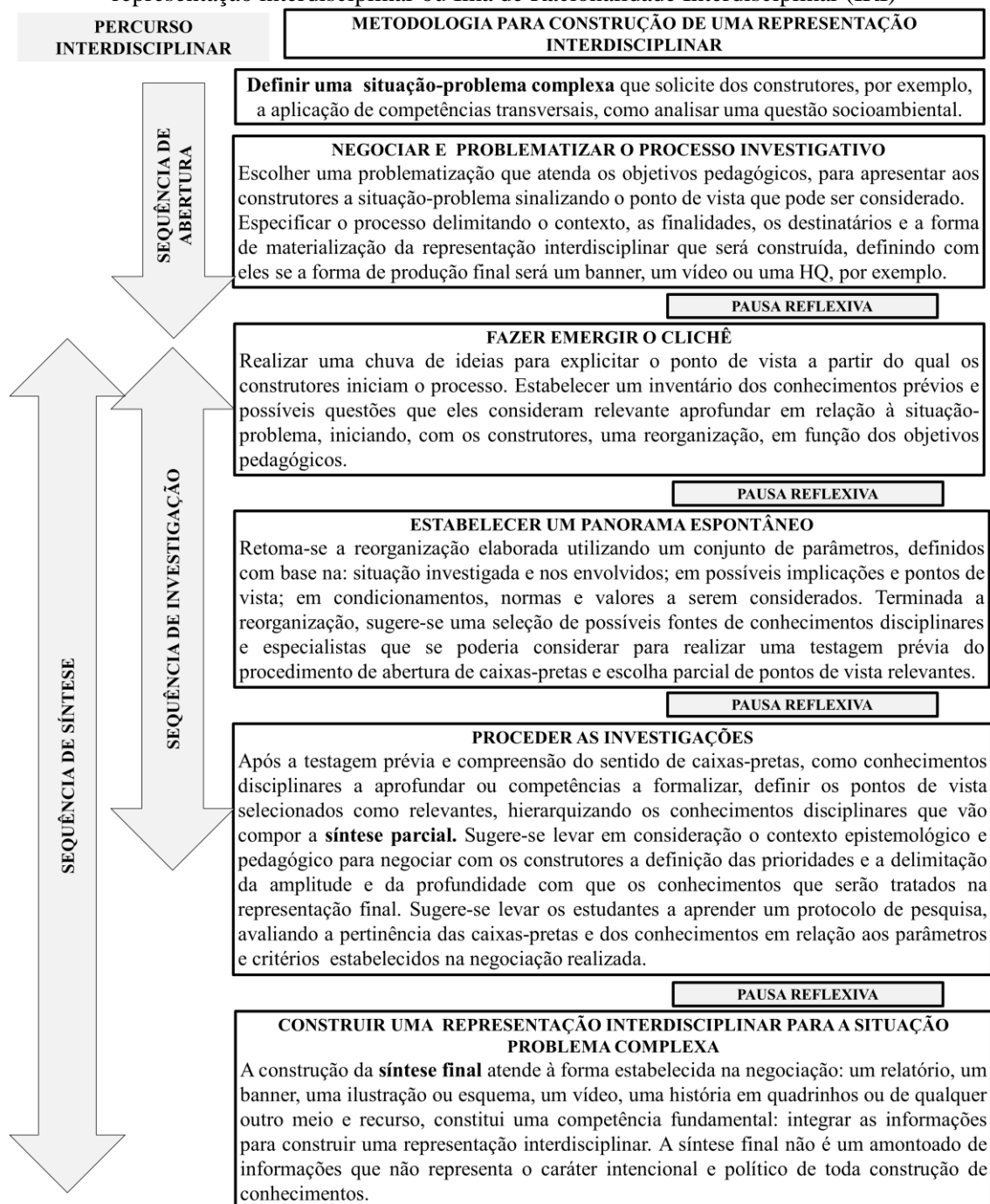
Pode-se definir a interdisciplinaridade em sentido estrito como a utilização das disciplinas para a construção de uma representação de uma situação, sendo essa

representação estruturada e organizada em função dos projectos que se tem (ou dos problemas a resolver), no seu contexto preciso e para destinatários específicos. Para poder ser qualificada como interdisciplinar, essa abordagem deve recorrer a diversas disciplinas e isso com vista a obter um resultado original, organizado menos em função das disciplinas utilizadas do que dos projetos que se possui. A interdisciplinaridade não visa, pois, de todo, suplantando as disciplinas; o seu objetivo é, pelo contrário, a utilização destas últimas em situações concretas [...] (MAINGAIN, DUFOUR; FOUREZ, 2008, p. 11).

Ela sinaliza um caminho para abordar uma situação-problema promovendo a integração de conhecimentos disciplinares escolares, como os da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, para que ela seja analisada a partir de diferentes pontos de vista. Neste caso, “[...] a situação problema, simplesmente, põe o sujeito em ação, coloca-o em uma interação ativa entre a realidade e seus projetos. Interação que descentraliza e reestabiliza, graças às variações introduzidas pelo educador, suas representações sucessivas” (MEIRIEU, 1998, p. 63). É participando ativamente desta tentativa de integração de conhecimentos “[...] que se constrói, muitas vezes irracionalmente, a racionalidade” ou a Ilha de Racionalidade Interdisciplinar (IRI), uma representação interdisciplinar em um mar de ignorância, como sugere Maingain, Dufour e Fourez (2008).

Partindo de uma situação-problema, os autores apresentam um percurso investigativo, trilhado por aqueles que se dedicam a vivenciar as etapas que resultam na proposição de uma resposta negociada para a problemática. Ressaltamos que no papel de construtor de uma IRI, o professor, ao avaliar a situação-problema, buscando a integração do seu ponto de vista disciplinar, escolar, com o de outro especialista ou especialidade, acaba por modificar a forma como a percebe. Ele transforma sua forma de olhar situações quando ultrapassa as fronteiras da sua disciplina e aventura-se no conhecimento disciplinar de outros especialistas, ou quando analisa o resultado de estudos confiáveis, apresentados em artigos científicos ou outras especialidades. Esta aventura faz aparecer “[...] um tipo de especialista da não especialidade” (MAINGAIN; DUFOUR; FOUREZ, 2008, p. 69).

FIGURA 2 – Esquema de um processo investigativo pedagógico, para construção de uma representação interdisciplinar ou Ilha de Racionalidade Interdisciplinar (IRI)



Fonte: Elaborado pelas autoras, adaptado de Maingain, Dufour e Fourez (2008).

Na descrição apresentada na Figura 2 enfatizamos a nossa concordância com os autores, que a construção de uma representação interdisciplinar possui um caráter intencional e político, seja ela realizada ao final de um projeto prático ou de uma ação pedagógica “[...] ligada à produção de conhecimentos interdisciplinares, numa perspectiva teórica e crítica”,

(MAINGAIN; DUFOUR; FOUREZ, 2008, p. 122). Em um percurso solitário ou coletivo, a negociação é sempre necessária, pois, é “preciso decidir o que pôr [...] na representação que se pretende propor de um ponto de vista teórico e, eventualmente, prático” (MAINGAIN; DUFOUR; FOUREZ, 2008, p. 100).

2. Procedimentos metodológicos

Este recorte faz parte de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, elaborada com o objetivo de produzir uma proposta de representação interdisciplinar, exemplificando a abordagem de uma situação problema complexa, que mobiliza conhecimentos disciplinares de pelo menos duas especialidades: linguagem de quadrinhos e química.

Materializa a síntese final de um percurso interdisciplinar, elaborada pelas autoras após vivenciarem as etapas da metodologia esquematizada na Figura 2, uma como construtora da representação e outra como especialista disciplinar e interdisciplinar. Juntas construíram a síntese final que compõe um material que Fourez (1997, p. 111) denomina como “módulo do professor”: uma história em quadrinhos para discutir a situação-problema do uso indiscriminado de agrotóxicos na sociedade atual. Um material com potencialidade de promover aprendizagem e que foi elaborado para: ajudar outros professores a planejar atividades interdisciplinares para explorar situações-problemas aparentemente de outra disciplina; vislumbrar questionamentos de diferentes campos disciplinares e construir “embriões de respostas” para discutir com os estudantes; e, “por último, elaborar um fichamento com possíveis fontes de informações sobre a situação-problema e que podem ser utilizadas para obter conhecimentos confiáveis e úteis para tratar a problemática.

Para a construção da representação interdisciplinar, empregou-se como aspectos condicionantes, para estabelecer o panorama espontâneo, as normas e valores que orientam o ensino de ciências da natureza e suas tecnologias e as formas de organização interdisciplinar.

Utilizou-se como fontes de conhecimentos disciplinares sobre os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos dos agrotóxicos, trabalhos científicos produzidos por especialistas como os pesquisadores da Fiocruz (DIAS et al., 2018) e outros que discutem os aspectos conceituais e a classificação toxicológica (MEIRA, 2018). As informações coletadas nestas fontes bibliográficas, denominadas como caixas-pretas por Fourez (1997) e Maingain, Dufour e Fourez (2008), foram transpostas na construção de um roteiro para uma

história em quadrinhos, definida como forma de materialização da representação interdisciplinar.

Para a construção das vinhetas que apresentavam a integração de conhecimentos disciplinares escolares, utilizando linguagens visual e verbal, empregamos recursos disponíveis no software da Pixton para escolas. Este software oferece recursos que atendem a maioria das orientações de Rama e Vergueiro (2012) para a construção de história em quadrinhos, ele foi empregado para contornar a falta de competências para construção de personagens e cenários.

A história em quadrinhos, construída no contexto do projeto de pesquisa, apresenta tirinhas explorando: a discussão do conceito de agrotóxicos e possíveis relações com disciplinas de biologia, física e química; o contexto histórico de produção; a legislação sobre os agrotóxicos e suas alterações no decorrer dos anos; aspectos socioambientais; retrata as discussões de Carmem e Ana, as personagens que juntas vivenciam a metodologia para construção de uma representação interdisciplinar.

Integrando os conhecimentos disciplinares de química e linguagem de quadrinhos, as tirinhas apresentam uma discussão sobre o uso de agrotóxicos, pautada no emprego da TAS e TCAM.

3. Resultados e discussões

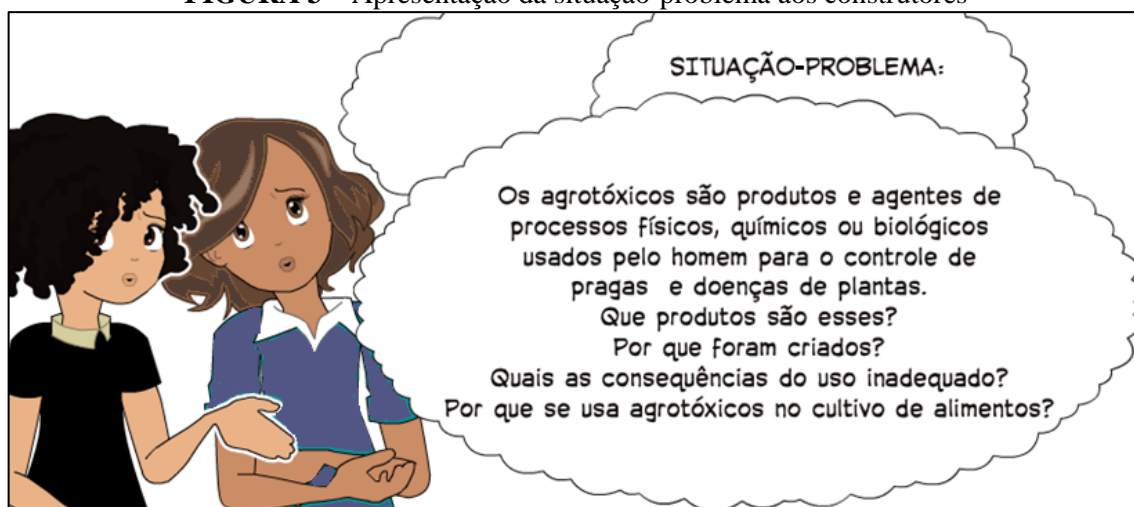
Apresentamos neste artigo uma reflexão epistemológica sobre a construção de conhecimentos interdisciplinares, materializados na forma de uma história em quadrinhos, que pode igualmente contribuir para o entendimento da metodologia e fomentar a discussão sobre o uso de agrotóxicos na sociedade atual.

O percurso interdisciplinar iniciou com a definição da situação-problema, passando pelas etapas clichê e estabelecimento do panorama espontâneo, momento em que as autoras definiram quais seriam os artigos, livros e relatórios técnicos (escritos por especialistas sobre agrotóxicos) empregados como caixas-pretas. A abertura destas caixas-pretas possibilitou a construção do roteiro e da versão preliminar da IRI, construída com linguagem em quadrinhos, as quais passaram por várias reformulações. Algumas delas associadas à necessidade de aprofundar conhecimentos disciplinares e outras relacionadas ao processo de alfabetização em linguagem em quadrinhos, pontuado por Rama e Vergueiro (2012).

A cada reconstrução buscou-se explicitar os princípios da segmentação e pré-formação do processamento essencial e potencializar a dialogicidade entre leitor-HQ, explorando recursos de fala dos personagens, assim como o visual.

Para exemplificar este processo de (re)construção dos quadrinhos e a integração de conhecimentos disciplinares distintos, usando as linguagens visual e verbal, inserimos as duas versões de apresentação da situação-problema: Figuras 3, primeira construção; e Figura 4, reconstrução após aprofundamento da TCAM.

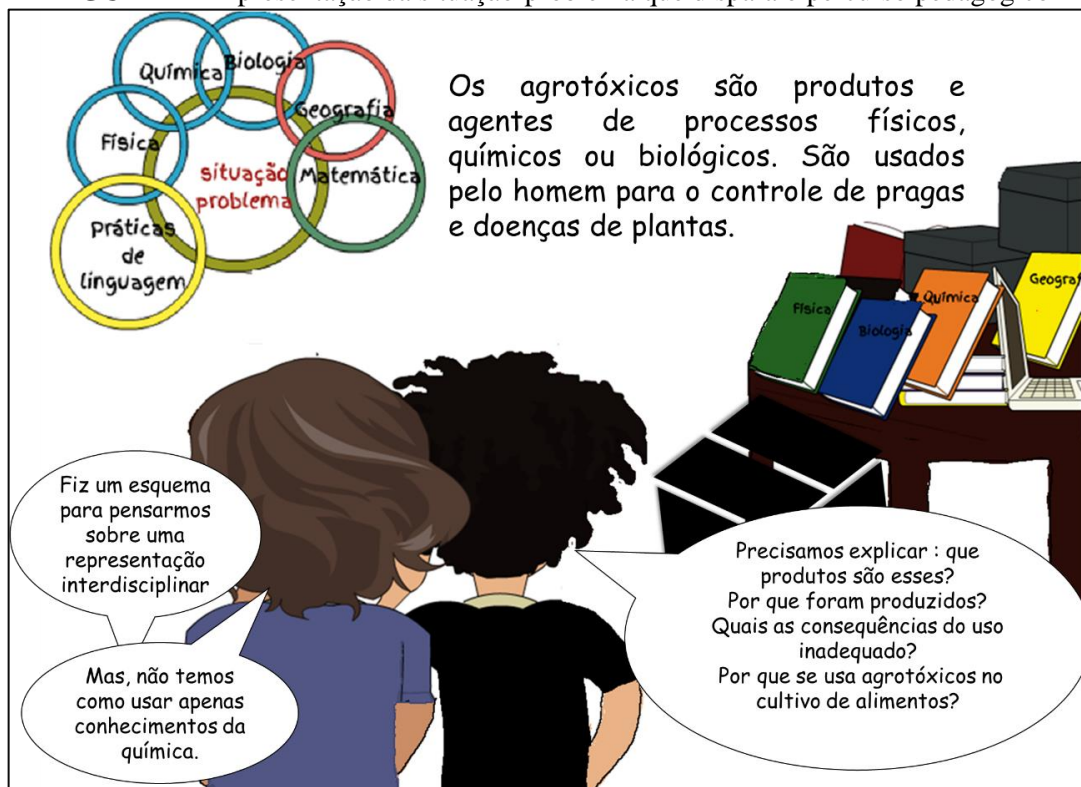
FIGURA 3 – Apresentação da situação-problema aos construtores



Fonte: Autoras.

Na (re)construção da mensagem apresentada na Figura 3 fizemos uso de figuras de linguagem para sugerir que uma situação-problema complexa carece da contribuição de diferentes objetos de conhecimentos.

FIGURA 4 – Apresentação da situação-problema que dispara o percurso pedagógico



Fonte: Autoras.

Usamos uma linguagem simbólica que remete às orientações da Base Nacional Comum Curricular, inserindo terminologias como vida e evolução, práticas de linguagem, campos das práticas de estudo e pesquisa na Figura 4. Considerando o contexto pedagógico atual, usamos as linguagens verbal e escrita para sinalizar os diferentes objetos de conhecimento que podem ser utilizados para construir uma representação interdisciplinar sobre agrotóxicos. Explorando o visual, indicamos na Figura 4 que a interdisciplinaridade é entendida como integração de diferentes objetos de conhecimento, e usando a linguagem verbal falada exemplificamos questões que podem surgir no decorrer da chuva de ideias, momento em que o professor conduz a discussão com os estudantes sobre o uso de agrotóxicos na sociedade moderna.

Enfatizamos a sugestão de Fourez (1997, p. 111) para que o professor planeje com antecedência o “módulos del maestro”, pois, isto o ajudará a elencar possíveis questões que podem surgir na etapa clichê; e selecionar fontes de consulta para criar embriões de respostas, sinalizadas com base no princípio da segmentação na Figura 4.

Pontuamos nossa compreensão de que este módulo do professor é mais que um planejamento de como orientar cada uma das etapas da metodologia: ele é a materialização da representação interdisciplinar vivenciada pelo professor, uma descrição detalhada de sua

experiência interdisciplinar, reflexões sinalizando caminhos possíveis e dificuldades em cada uma das etapas. Recomendamos fortemente que — mesmo que o percurso investigativo seja vivenciado individualmente, usando como especialistas artigos ou material produzido por um especialista — o professor finalize todas as etapas, construindo a sua síntese final ou uma representação interdisciplinar. Esta vivência, materializada no módulo do professor, pode ser muito útil quando ele assumir a função de orientador de um percurso interdisciplinar.

Esta vivência possibilita ao professor antecipar a abertura de caixas-pretas necessárias para a materialização da representação interdisciplinar, selecionada pelos construtores no momento de negociação. A produção de um vídeo ou história em quadrinhos, por exemplo, requer domínio de competências e habilidades que talvez os estudantes não possuam. Cabe ao professor orientador sinalizar aos construtores que a materialização em linguagem em quadrinhos solicita competências que talvez eles não tenham. No caso da HQ, conforme apontam Rama e Vergueiro (2012), é preciso uma prévia alfabetização icônica, porque seu emprego pode “implicar o domínio de competências transversais. Estas últimas, se não tiverem sido objeto de uma aprendizagem prévia, constituem igualmente” em caixas-pretas a abrir (MAINGAIN, DUFOUR; FOUREZ, 2008, p. 98).

Para fazer emergir o clichê ou a chuva de ideias sobre a situação-problema complexa, sugere-se ao professor que, ao decidir se aventurar em um percurso interdisciplinar com seus estudantes, de acordo com seus objetivos pedagógicos, selecione uma estratégia ou um recurso como o indicado na Figura 5: tirinhas elaboradas pelas autoras integrando a TAS e TCAM, as quais podem ser usadas em uma problematização explorando a contaminação de água potável por agrotóxicos.

FIGURA 5 – Tirinhas exemplificando uma problematização

Estes dados são confiáveis?

Bem, eles são do Ministério da Saúde.

Não imaginava que morando aqui na capital estava tomando água contaminada.

Pois estamos!

Mesmo morando longe das grandes lavouras.

Aquele herbicida, ele também está na nossa água potável?

O herbicida [N-(fosfonometil) glicina] foi encontrado na água de muitas cidades do Brasil. Não apenas na nossa.

Na capital de São Paulo, o glifosato foi detectado em 555 amostras, dentre os 561 testes realizados.

Então, bebemos um coquetel de produtos químicos?

Sim! É recomendado tomar, pelo menos, 2 litros por dia.

E sabendo desses dados, ninguém faz nada?

A exposição a agrotóxicos não é considerada um grave problema de saúde?

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1,000 **H** **1,008** **2** **He**
1 **HIDROGÊNIO** **2** **HÉLIO**

3 **Li** **Be** **4** **5** **6** **7** **8** **9** **10** **11** **12** **13** **14** **15** **16** **17** **18**
LÍTI **BERILIO** **BORO** **CARBONO** **NITROGÊNIO** **OXIGÊNIO** **FLUOR** **Ne**
LITIO **BERILIO** **BORO** **CARBONO** **NITROGÊNIO** **OXIGÊNIO** **FLUOR** **NEÓNIO**

11 **Na** **Mg** **12** **13** **14** **15** **16** **17** **18**
SODIO **MAGNÉSIO** **ALUMÍNIO** **SILÍCIO** **FÓSFORO** **ENXOFRE** **CLORO** **AR**
SODIO **MAGNÉSIO** **ALUMÍNIO** **SILÍCIO** **FÓSFORO** **ENXOFRE** **CLORO** **ARGÓNIO**

19 **K** **Ca** **20** **21** **22** **23** **24** **25** **26** **27** **28** **29** **30** **31** **32** **33** **34** **35** **36**
POTÁSSIO **CÁLCIO** **SCANDIO** **TITÂNIO** **VANADIO** **CRÔMIO** **MANGANÊSO** **COBALTO** **NÍQUEL** **ZINCO** **GALNIO** **GERMÂNIO** **ARSÊNIO** **SELENIO** **BROMO** **KR**
POTÁSSIO **CÁLCIO** **SCANDIO** **TITÂNIO** **VANADIO** **CRÔMIO** **MANGANÊSO** **COBALTO** **NÍQUEL** **ZINCO** **GALNIO** **GERMÂNIO** **ARSÊNIO** **SELENIO** **BROMO** **KRIPTÓNIO**

37 **Rb** **Sr** **38** **39** **40** **41** **42** **43** **44** **45** **46** **47** **48** **49** **50** **51** **52** **53** **54** **55**
RUBÍDIO **ESTRÔNCIO** **ITRÍO** **ZIRCONÍO** **NÍOBIO** **MOLIBDÊNIO** **TECNETÍO** **RUTÊNIO** **RÓDIO** **PALÁDIO** **ARGENTUM** **CADMIO** **INDE** **TELÚRIO** **ÍODO** **XENÓNIO**
RUBÍDIO **ESTRÔNCIO** **ITRÍO** **ZIRCONÍO** **NÍOBIO** **MOLIBDÊNIO** **TECNETÍO** **RUTÊNIO** **RÓDIO** **PALÁDIO** **ARGENTUM** **CADMIO** **INDE** **TELÚRIO** **ÍODO** **XENÓNIO**

56 **Cs** **Ba** **57-71** **72** **73** **74** **75** **76** **77** **78** **79** **80** **81** **82** **83** **84** **85** **86**
CÉSIO **BÁRIO** **LANTANÍDIO** **HÁFNIO** **TÂNTALO** **TUNGSTÊNIO** **RÉNIUM** **CÓBALT** **NÍQUEL** **ZINCO** **GA** **GERMÂNIO** **ARSÊNIO** **SELENIO** **BROMO** **AT** **Rn**
CÉSIO **BÁRIO** **LANTANÍDIO** **HÁFNIO** **TÂNTALO** **TUNGSTÊNIO** **RÉNIUM** **CÓBALT** **NÍQUEL** **ZINCO** **GA** **GERMÂNIO** **ARSÊNIO** **SELENIO** **BROMO** **ASTATO** **RADÓNIO**

87 **Fr** **88** **89** **90** **91** **92** **93** **94** **95** **96** **97** **98** **99** **100** **101** **102** **103** **104** **105** **106** **107** **108** **109** **110** **111** **112**
FRÂNCIO **RÁDIO** **ACTÍNIO** **104** **105** **106** **107** **108** **109** **110** **111** **112**
FRÂNCIO **RÁDIO** **ACTÍNIO** **104** **105** **106** **107** **108** **109** **110** **111** **112**

Número atômico **Peso atômico padrão****
Simbolo **Nome**
Zn - sólido Hg - líquido Ne - gás Cf - sintético

*** Peso atômico convencional, se com asterisco (mais detalhes: www.iupac.org)**
**** Inexistente, pois o elemento (e.g. **Fr** e **Cf**) carece de isotópicos com uma distribuição isotópica característica em amostras terrestres naturais**

Fonte: As autoras.

Nos seis quadrinhos apresentados na Figura 5, os conhecimentos de especialistas do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) foram integrados, via linguagens visual e verbal, com conhecimentos disciplinares da química escolar. Fizemos uso de dois princípios dos processamentos generativos para

chamar atenção sobre o nível de contaminação da água. As imagens do mapa do Brasil sinalizando o nível de contaminação da água no contexto urbano, a indicação da proporção de amostras analisadas e detectadas, e a indicação destacada dos elementos químicos do glifosato na Tabela Periódica de Química materializam o princípio multimídia. Os balões de fala e o texto escrito, inseridos em cada uma das seis vinhetas, para representar a personalização característica dos quadrinhos, buscam promover uma conversação interna com os leitores sobre a situação-problema e tentam despertar a voz mental para sensibilizá-los sobre o coquetel de agrotóxicos detectado na água potável em 2017.

No primeiro quadrinho, a conversa mental sugere que existe outra fonte além do Ministério da Saúde e que nela os dados podem ser outros, porque pode existir condicionantes institucionais. Este aspecto contraditório pode ser explorado pelo professor no processo de mediação, caso este seja seu objetivo pedagógico. Na vinheta central da tirinha da Figura 5, a personalização possibilitou uma forma de repetição multicontextual ao apresentar na fala de Carmem, uma das personagens da HQ, a nomenclatura do herbicida glifosato, o [N-(fosfonometil) glicina] e a indicação visual dos elementos na tabela periódica, que juntos constituem a formulação $C_3H_8NO_5P$.

Na Figura 5 a problematização da situação-problema foi construída com o propósito de discutir com os estudantes e professores de uma escola da área urbana que a contaminação da água potável não é uma situação-problema de pequenos agricultores ou moradores de cidades cercadas por grandes lavouras. Outra possibilidade pode ser empregada pelo professor ao iniciar um percurso interdisciplinar sobre esta situação-problema. Destacamos que a problematização seria a forma como o professor apresenta, aos estudantes, a situação-problema, a partir da qual pretende iniciar o percurso investigativo interdisciplinar. Sua escolha possibilita o reconhecimento da situação no contexto, fortalecimento do sentimento de pertencimento e parte integrante do problema.

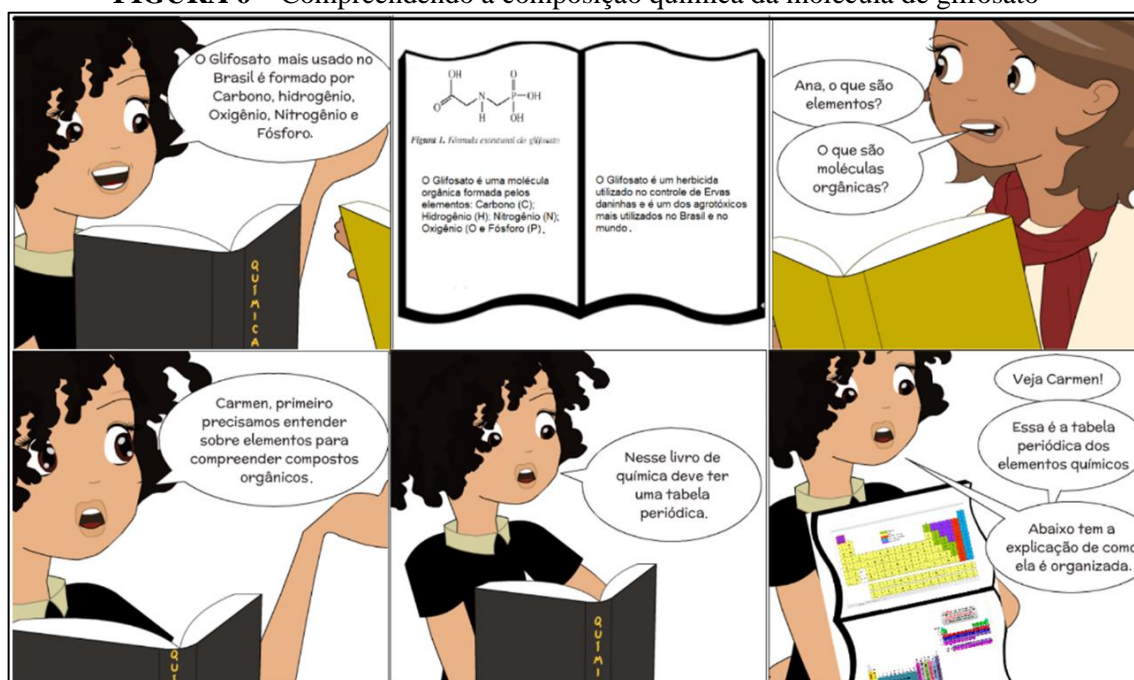
Recomenda-se que a problematização seja planejada pelos orientadores do percurso interdisciplinar, buscando atender aos objetivos pedagógicos e à execução de uma prática integradora de conhecimentos disciplinares. Sugere-se fortemente que sua escolha favoreça a participação dos estudantes na etapa clichê, despertando questionamentos e revelando conhecimentos prévios sobre a situação. Assim como os autores, consideramos que “[...] é desejável que os professores antecipem a diversidade dos questionamentos e sugestões que poderão emanar do grupo-classe”, sinalizando formas de negociar com os estudantes e demais

construtores da IRI, “[...] critérios pertinentes de seleção das pistas de investigação” (MAINGAIN; DUFOUR; FOUREZ, 2008, p. 88-89).

Os questionamentos e conhecimentos prévios dos construtores, identificados pelo orientador do percurso no decorrer da etapa clichê e início do panorama espontâneo, quando alinhados aos objetivos pedagógicos podem fomentar a construção de conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e de competências transferíveis. Uma destas competências é a “[...] lista de caixas pretas, bem como o das disciplinas e dos especialistas, com vista a investigações mais aprofundadas” (MAINGAIN; DUFOUR; FOUREZ, 2008, p. 93).

Tomando por base as recomendações dos autores de que no “campo escolar”, ao se adotar o ponto de vista dos estudantes, algumas caixas correspondem aos conhecimentos disciplinares e competências ainda não formalizadas, é sensato tomar como referência os referenciais curriculares. Neste caso, busca-se aprofundar conceitos e modelos teóricos explorados nas disciplinas escolares e os especialistas podem ser os professores das outras disciplinas, artigos científicos, livros ou documentos sobre a situação-problema.

FIGURA 6 – Compreendendo a composição química da molécula de glifosato



Fonte: Autoras.

A tirinha da Figura 6 sugere uma abertura aprofundada de uma caixa-preta da química, no caso um livro de química, utilizado pela personagem Ana como fonte para coleta de informações sobre a composição do glifosato. Destacamos neste conjunto de vinhetas que as imagens e palavras foram inseridas de forma segmentada, sinalizando uma continuidade

temporal e desta forma facilitando a compreensão do conhecimento disciplinar escolar de química. Entretanto, a linguagem visual não explorava o potencial do processamento essencial, no que se refere aos princípios da pré-formação e modalidade: a linguagem corporal das personagens e possibilidade de mobilizar conhecimentos prévios via mensagem escrita.

Na reconstrução, indicada na Figura 7, a sequência de quadros explora o gerenciamento de processos essenciais, a partir do emprego dos princípios da segmentação, pré-formação e modalidade, para construção da narrativa. A linguagem verbal apresenta uma informação, passando de um quadro para o outro como forma de repetição multicontextual, inserindo o conhecimento prévio para servir de ancoradouro para a nova ideia, explorando o jogo de linguagens para alicerçar os conceitos. A linguagem visual é usada para sinalizar a importância das informações coletadas no livro de química, utilizado por Ana e Carmem, para ampliar a construção do conhecimento disciplinar a respeito do agrotóxico Glifosato.

O jogo entre as linguagens visual e verbal buscou facilitar a compreensão da situação e motivar a dialogicidade do leitor com o material, promovendo o processamento generativo, especialmente com relação aos princípios multimídia, personalização e voz. A utilização de palavras e imagens de forma única favorece muito mais o aprendizado, proporcionando muito mais conexões cognitivas do que a utilização somente de palavras.

Nestes quadros destacamos a integração do princípio multimídia da TCAM, que utiliza palavras e imagens presentes no contexto pedagógico ou escolar para favorecer o processo de aprendizagem. Esta integração explora o processo de reconciliação integrativa da TAS, ao promover o enriquecimento de uma ideia associada às propriedades químicas do Glifosato. A construção da narrativa da HQ buscou atender às orientações de Ausubel (2003) em alguns quadros, para que esta apresentasse características de um material potencialmente significativo.

No caso da Figura 7, empregamos um jogo de linguagem para mobilizar conhecimentos associados aos elementos periódicos que formam a molécula de Glifosato, para isto integramos conhecimentos disciplinares referentes à periodicidade, mas apenas um leitor que possua conhecimentos prévios relevantes poderá compreender a mensagem completa: que o agrotóxico é formado por elementos químicos e que estes elementos possuem propriedades periódicas.

É importante destacar que este é um exemplo de que a HQ sozinha não informa e forma sem a adequada mediação do professor: ele precisa compreender a mensagem e propor a mobilização de conhecimentos disciplinares da química e saber relacionar a molécula de Glifosato à problematização inicial sobre os agrotóxicos.

Aprendi muito, ao estudar mais, sobre essa situação problema.

Comecei consultando nosso livro de química.

Aprofundi os estudos, lendo alguns artigos científicos, que apresentam resultados de pesquisa sobre agrotóxicos.

Comecei por um dos herbicidas mais usados na agricultura brasileira. Ele pertence ao grupo químico dos aminoácidos fosfonados.

Grupo químico?

Não lembra da explicação sobre os metais pesados, contido em alguns agrotóxicos?

Eles diminuem o pH do solo.

Estudamos sobre os grupos químicos esses dias.

Esqueci.

Preciso da sua ajuda, para fazer uma varredura nas minhas lembranças.

Vamos relembrar então, pois para explicar sobre os grupos funcionais do glifosato

primeiro precisamos recordar conhecimentos de química orgânica e inorgânica.

Ácido carboxílico

Amina

Fosfato

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																	
1 H 1,008 Hidrogênio	2 He 4,0026 Hélio											3 Li 6,94 Lítio	4 Be 9,0122 Berílio	5 B 10,81 Boro	6 C 12,011 Carbono	7 N 14,007 Nitrogênio	8 O 15,999 Oxigênio	9 F 18,998 Flúor	10 Ne 20,180 Neônio															
11 Na 22,990 Sódio	12 Mg 24,305 Magnésio	13 Al 26,982 Alumínio	14 Si 28,086 Silício	15 P 30,974 Fósforo	16 S 32,06 Enxofre	17 Cl 35,45 Cloro	18 Ar 39,948 Argônio	19 K 39,098 Potássio	20 Ca 40,078 Cálcio	21 Sc 44,956 Escândio	22 Ti 47,867 Titânio	23 V 50,942 Vanádio	24 Cr 51,996 Cromo	25 Mn 54,938 Manganês	26 Fe 55,845 Ferro	27 Co 58,933 Cobalto	28 Ni 58,693 Níquel	29 Cu 63,546 Cúprum	30 Zn 65,38 Zinco	31 Ga 69,723 Gálio	32 Ge 72,630 Germano	33 As 74,922 Arsênio	34 Se 78,971 Selênio	35 Br 79,904 Bromo	36 Kr 83,798 Criptônio									
37 Rb 85,468 Rubídio	38 Sr 87,62 Strôncio	39 Y 88,906 Ítrio	40 Zr 91,224 Zircônio	41 Nb 92,906 Níbio	42 Mo 95,94 Molibdênio	43 Tc 98,906 Técnetio	44 Ru 101,07 Ródio	45 Rh 102,91 Ródio	46 Pd 106,42 Paládio	47 Ag 107,87 Prata	48 Cd 112,41 Cádmio	49 In 114,82 Índio	50 Sn 118,71 Estanho	51 Sb 121,76 Antimônio	52 Te 127,60 Telúrio	53 I 126,90 Iodo	54 Xe 131,29 Xenônio	55 Ba 137,33 Bário	56 La 138,905 Lantânio	57-71 Pr 140,908 Praseodímio	58 Ce 140,12 Célio	59 Pr 140,908 Praseodímio	60 Nd 144,24 Néodímio	61 Pm 144,912 Promécio	62 Sm 150,36 Samaritério	63 Eu 151,96 Európio	64 Gd 157,25 Gadolínio	65 Tb 158,93 Terbório	66 Dy 162,50 Díscio	67 Ho 164,93 Hólio	68 Er 167,26 Erbório	69 Tm 168,93 Tulmório	70 Yb 173,05 Ítrio	71 Lu 174,97 Lutécio
87 Fr 223 Frâncio	88 Ra 226 Rádio	89-101 Ac 227 Actínio	104 Rf 261 Rifébio	105 Db 262 Dubnium	106 Sg 263 Seabórgio	107 Bh 264 Bohrium	108 Hs 265 Háscio	109 Mt 266 Moscóvio	110 Ds 267 Darmstádio	111 Rg 268 Roentgênio	112 Cn 269 Copernício	113 Nh 270 Nihônio	114 Fl 271 Fleróvio	115 Mc 272 Moscóvio	116 Lv 273 Livermório	117 Ts 274 Tennesso	118 Og 274 Oganesônio	119 Uu 285 Ununécio	120 Uub 286 Ununbécio	121 Uut 287 Ununtrio	122 Uuq 288 Ununquádruplo	123 Uuq 289 Ununquádruplo	124 Uuq 290 Ununquádruplo	125 Uuq 291 Ununquádruplo	126 Uuq 292 Ununquádruplo	127 Uuq 293 Ununquádruplo	128 Uuq 294 Ununquádruplo	129 Uuq 295 Ununquádruplo	130 Uuq 296 Ununquádruplo	131 Uuq 297 Ununquádruplo	132 Uuq 298 Ununquádruplo	133 Uuq 299 Ununquádruplo	134 Uuq 300 Ununquádruplo	

Para os elementos sem isótopos estáveis, o número de massa do isótopo com a meia-vida mais longa está entre parênteses.

FIGURA 7 – Reconstrução das tirinhas sobre a composição química da molécula de glifosato
Fonte: Autoras.

Buscamos aqui ressaltar a potencialidade dos quadrinhos como material didático e que a partir de uma situação complexa, como o uso inadequado de agrotóxicos, torna-se possível discutir conceitos disciplinares escolares da química e questões socioambientais que nem sempre são inseridas nos materiais didáticos. A HQ possibilita a discussão de conhecimentos disciplinares escolares, relacionando com a contaminação da água e do ambiente, causada por estes elementos químicos e possíveis misturas com outros compostos.

Reforçamos o ponto de vista alicerçado na TCAM de que os quadrinhos precisam ser construídos de forma que não confundam os estudantes, sem poluição visual e que a informação anterior seja articulada com a inserida no quadrinho posterior, dando continuidade espacial e temporal à narrativa.

Ressaltamos que as duas teorias (a TCAM e a TAS) sinalizam que os estudantes precisam possuir conhecimentos prévios sobre situação-problema e conhecimentos disciplinares explorados nos quadrinhos. Neste sentido, a construção da narrativa verbal e visual da história fez uso da TAS, explorando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, partindo do mais geral para o mais específico e diferenciando e reintegrando os conhecimentos disciplinares relevantes para a aprendizagem da nova ideia.

A construção desta narrativa na Figura 6 explora a discussão inicial das personagens sobre ligações químicas, com o questionamento de Carmem sobre como as moléculas são formadas a partir dos elementos químicos. Ana utiliza a tabela periódica e a regra do octeto para dar início ao conteúdo de ligações químicas, integrando os assuntos e passa a especificá-los mostrando à Carmem na tabela periódica os átomos que formam a molécula de Glifosato.

As tirinhas inseridas nas figuras anteriores, juntas, materializam a HQ construída pelas autoras ao vivenciarem a metodologia para construção de uma Ilha de Racionalidade Interdisciplinar. Esta HQ utilizou as informações integradas na síntese final do percurso, esquematizado na Figura 2, abrindo caixas-pretas selecionadas durante o panorama espontâneo e utilizando como especialistas e especialidades artigos e livros que discutiam conhecimentos disciplinares relacionados com agrotóxicos.

Considerações finais

Os resultados sugerem que a linguagem em quadrinhos tem potencial para materializar a integração de conhecimentos disciplinares e competências transversais, a partir de diferentes

pontos de vista, coletados em fontes confiáveis de informação: livros, artigos e relatórios técnicos elaborados por especialistas.

A construção destes quadrinhos com a finalidade de materializarem um material potencialmente significativo solicita que os seus produtores empreguem os princípios e processos ausubelianos: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, sequência discursiva, consolidação e uso adequado da linguagem. A sua integração nos quadrinhos buscou atender às orientações da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia.

Quanto ao emprego de um software para estratégia para contornar a falta de competências transversais, que possibilitem a construção de personagens e cenários, é uma alternativa que precisa de mais reflexões. No caso desta pesquisa, verificamos que o emprego do Pixton solicitou uma prévia aquisição de conhecimentos sobre ele, além daqueles relacionados à linguagem icônica: balões, estilo, etc. Além disto, o software não apresenta todas as formas de balões, as expressões dos personagens e cenários, apesar de possibilitar adaptações, o processo não é simples. Apesar de muitas ferramentas, não permite o emprego de todas as formas de linguagem e expressões como as onomatopeias.

Os resultados obtidos na pesquisa, no que se refere à proposição de um referencial para a construção da narrativa de uma HQ potencialmente significativa, nos permitem sugerir que é possível a integração da TCAM com a TAS, tal como descrita nos Quadros 1, 2 e 3.

Reforçamos o ponto de vista de Maingain, Dufour e Fourez (2008) que as etapas do percurso interdisciplinar não possuem uma sequência fixa e que a representação construída, ao final de um processo investigativo, pode ser reconstruída, ampliando e aprofundando conhecimentos disciplinares, ou inserindo novos, mediante abertura de outras caixas-pretas. A construção e reconstrução solicita dos participantes do percurso interdisciplinar domínio dos conhecimentos disciplinares que serão integrados e competência para realizar esta integração. A escolha da forma de materialização da síntese final precisa levar em consideração a existência ou a possibilidade de construção de conhecimentos e competências.

Por fim, pontuamos nossa concordância com as pesquisas sobre o emprego de história em quadrinhos como objeto de ensino: a dialogicidade de uma HQ sem a mediação de um especialista disciplinar não contribui para a aprendizagem, mesmo sendo produzida como um material potencialmente significativo. Cabe ao professor que pretende usá-la orientar os estudantes na compreensão das mensagens implícitas em jogo de linguagens visual e verbal.

Referências

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. v. 1.

AVELINO, Luana Cristina. ERROBIDART, Nádía Cristina Guimarães; UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS COMO REPRESENTAÇÃO INTERDISCIPLINAR. **Revista Diálogos Interdisciplinares**, v. 1, n. 8, p. 81-95, 2020.

CAMPOS, Raquel Sanzovo Pires de. **O uso de textos alternativos para o ensino de ciências e a formação inicial de professores de ciências**. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) - Faculdade de Ciências - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2011.

ERROBIDART, Nádía Cristina Guimarães; CALHEIRO, Lisiane Barcellos. A linguagem em quadrinho como ferramenta para integração de conceitos físicos numa representação interdisciplinar. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 31, p. 303-310.

DIAS, Alexandre Pessoa et al. **Agrotóxicos e saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2018. 120 p. (Série Fiocruz Documentos Institucionais. Coleção saúde, ambiente e sustentabilidade, v. 2).

FOUREZ, Gérard. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Ediciones Colihue SRL, 1997.

JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco; GAMA, Elton Junior Siqueira. História em quadrinhos para o ensino de química: contribuições a partir da leitura de licenciandos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 152-172, 2017.

JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco; UCHÔA, Adjane Maia. Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos: uma análise do modo de leitura dos estudantes. **Educación química**, v. 26, n. 2, p. 87-93, 2015.

KUNDLATSCH, Aline; SILVEIRA, Camila. A temática soluções nas histórias em quadrinhos: análise de uma atividade desenvolvida com estudantes do ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 5, p. 36-55, 2018.

LEITE, Bruno Silva. Histórias em quadrinhos e ensino de química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 1, n. 1, 2017.

MAYER, Richard E. **Multimedia learning**. 2 ed. Nova Iorque: Cambridge, 2009.

MAINGAIN, Alain; DUFOUR, Barbara; FOUREZ, Gérard. **Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade**. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.

MEIRA, Mary Luce Melquiades. **Impactos dos agrotóxicos à saúde do agricultor**. 2018. 48 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2018.

MEIRIEU, Philippe. **Aprender... sim, mas como?** Artmed, 1998.

RAMA, Angela; VERGUEIRO, Waldomiro. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula.** São Paulo: Editora Contexto, 2012

SANTOS, Victor João da Rocha Maia. **A utilização da linguagem dos quadrinhos no ensino de Ciências da Natureza na educação básica.** Tese (doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências, Química da Vida e da Saúde. Porto Alegre. 2019.

VIANA, Karine Bezerra; ERROBIDART, Nádia Cristina Guimarães. O emprego de histórias em quadrinhos no ensino de Física. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 3-6, 2017.