

História da ciência e ensino de física através de uma oficina de história em quadrinhos

History of science and physics teaching through a comics workshop

Historia de la enseñanza de las ciencias y la física a través de un taller de cómic

Recebido: 12/09/2022 | Revisado: 24/09/2022 | Aceitado: 26/09/2022 | Publicado: 04/10/2022

Savio Figueira Corrêa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5943-4194>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: saviofcorrea@ufop.edu.br

Isabel Malaquias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3179-0282>

Universidade de Aveiro, Portugal

E-mail: imalaquias@ua.pt

Resumo

O estímulo à leitura e ao conhecimento científico podem ser trabalhados de forma conjunta em processos de aprendizagem através da divulgação científica. Este tipo de abordagem possibilita uma melhor compreensão de como surgem os conceitos e fenômenos da natureza através do recurso à História da Ciência em sala de aula. O presente trabalho visa a divulgação e apropriação da história da invenção do fonógrafo, no ensino de física, através da utilização de extratos de um artigo histórico sobre a mesma e o recurso à produção de uma história em quadrinhos, aplicando uma oficina sobre o uso desta técnica gráfica. O trabalho foi desenvolvido em quatro turmas do Colégio Kennedy, nos meses de fevereiro e março de 2021, via sistema remoto, sendo 2 turmas do 9º ano do ensino fundamental e 2 turmas do 1º ano do ensino médio. Após a realização da oficina, os alunos construíram histórias em quadrinhos sobre a história e o funcionamento do fonógrafo. A análise das histórias em quadrinhos, bem como dos resultados do questionário aplicado, permitiu conhecer o grau de compreensão da leitura adquirido pelos alunos mediado pelo uso das linguagens gráfica e escrita produzidos por estes. Sendo assim, foi possível destacar que o emprego do tema, em sala de aula, envolvendo História da Ciência e a utilização da ferramenta de construção de histórias em quadrinhos teve um efeito motivador sobre os alunos e permitiu verificar apropriação por parte destes de aspectos importantes da compreensão científica da questão em jogo.

Palavras-chave: História da ciência; Divulgação científica; Literacia científica; História em quadrinhos.

Abstract

The stimulus to reading and scientific knowledge can be worked together in learning processes through scientific dissemination. This type of approach enables a better understanding of how the concepts and phenomena of nature arise using the History of Science in the classroom. The present work aims at the dissemination and appropriation of the history of the invention of the phonograph, in the teaching of physics, using extracts from a historical article about it and the use of the production of a comic book, applying a workshop on the use of this graphic technique. The study was developed with four classes at Kennedy High School, in February and March 2021, via remote system, being 2 classes from the 9th year of elementary school and 2 classes from the 1st year of high school. After the workshop, the students built comics about the history and functioning of the phonograph. The analysis of the comics, as well as the results of the applied questionnaire, enabled to know the degree of reading comprehension the students acquired mediated by the graphic and written languages they produced. Therefore, it was possible to highlight that the use of the theme, in classroom, involving History of Science and the use of the comic book construction tool had a motivating effect on the students and allowed them to verify their appropriation of important aspects of the scientific understanding of the issue at stake.

Keywords: History of science; Science outreach; Scientific literacy; Comics.

Resumen

El estímulo a la lectura y el conocimiento científico pueden trabajarse en conjunto en los procesos de aprendizaje a través de la divulgación científica. Este tipo de enfoque permite una mejor comprensión de cómo surgen los conceptos y fenómenos de la naturaleza a través del uso de la Historia de la Ciencia en el aula. El presente trabajo tiene como objetivo la difusión y apropiación de la historia de la invención del fonógrafo, en la enseñanza de la física, mediante el uso de extractos de un artículo histórico sobre el mismo y el aprovechamiento de la producción de una historieta, aplicando un taller sobre el uso de esta técnica gráfica. El trabajo se llevó a cabo en cuatro clases en el Colégio

Kennedy, en febrero y marzo de 2021, a través de un sistema remoto, con 2 clases en el 9° año de la escuela primaria y 2 clases en el 1° año de la escuela secundaria. Después del taller, los alumnos construyeron historietas sobre la historia y el funcionamiento del fonógrafo. El análisis de las historietas, así como los resultados del cuestionario aplicado, permitió conocer el grado de comprensión lectora adquirido por los estudiantes mediado por el uso de lenguajes gráficos y escritos producidos por ellos. Por lo tanto, fue posible destacar que el uso del tema, en el aula, que involucra Historia de la Ciencia y el uso de la herramienta de construcción de historietas tuvo un efecto motivador en los estudiantes y permitió verificar su apropiación de aspectos importantes de la ciencia. comprensión del problema en juego.

Palabras clave: Historia de la ciencia; Divulgación científica; Alfabetización científica; Cómic.

1. Introdução

Este estudo foi realizado com alunos evidenciando-se a possibilidade de aprender História da Ciência a partir da leitura de textos de cientistas, tais como artigos científicos, e sobre a elaboração de conceitos/experiências físicas, usando para expressão dos conhecimentos apropriados a construção de histórias em quadrinhos. Segundo Hornes e Santos (2015), a leitura de textos científicos evidencia o contexto em que os conceitos e fenômenos físicos estão inseridos, promovendo a relação entre diferentes assuntos. Para que faça sentido no processo de construção de conhecimento para os alunos, essa contextualização dos conceitos físicos inseridos no período histórico em que foi desenvolvido esclarece aplicações da Física no cotidiano. Neste sentido, o uso da História da Ciência tem sido, em geral, inserido na área de ensino de ciências e, de forma particular, no ensino de Física (Ferreira & Ferreira, 2010; Monteiro & Martins, 2015). A História da Ciência busca aprofundar as reflexões, análises, discussões, e elaborações de propostas que possam delinear a construção fenomenológica dos conceitos de física de forma didática (Saito, 2010), propiciando ainda a consideração dos contextos e da ciência dos processos.

Uma forma de elencar a História da Ciência no ensino de Física e usar processos educacionais para divulgação científica em sala de aula proporciona aos estudantes, tanto de Ensino Médio como de Ensino Superior, não só a fomentação dos produtos da Ciência, mas também a compreensão coerente sobre seu funcionamento (Silva & Almeida, 2020). O papel fundamental da divulgação científica, através da História da Ciência é de fazer com que os estudantes adquiram e busquem ter mais interesse no estudo das áreas de Ciências Naturais através de seus princípios básicos e das problemáticas cotidianas, associando uma reflexão acerca da influência do ensino de ciências (Rodrigues Jr et al., 2015). Atividades educacionais que envolvem divulgação científica permitem a formação de cidadãos mais críticos, mais cultos e livres para tomadas de decisões mais conscientes, tornando-os mais criativos no desenvolvimento de diversas formas de tarefas, proporcionando mais autonomia, pois a utilização de metodologias ativas de aprendizagem, baseadas na interdisciplinaridade e diversificação de ferramentas educacionais proporcionam um maior protagonismo do aluno, tornando-se uma alternativa para o ensino de ciências (Rojo, 2008; Vieira et al., 2019).

As atividades educacionais, que utilizam metodologias que envolvem a divulgação científica como ferramenta básica de trabalho, permitem a construção de habilidades práticas, criativas e socioeconômicas, proporcionando que os estudantes consigam solucionar problemas cotidianos, em pleno exercício da cidadania. Isto permite que as políticas educacionais para jovens aumentem as demandas para o ensino de ciências, existindo uma relação direta entre desenvolvimento científico e tecnológico e o crescimento econômico de uma sociedade. O incentivo aos jovens na literacia científica permite a construção de uma sociedade que apresente conhecimento em práticas científicas, conhecimento de conteúdo e compreensão da ciência, surgimento de processos sociais em que os cidadãos apliquem a ciência no dia a dia, e a resolução de problemas presentes na sociedade através da ciência (Ferreira & Queiroz, 2012).

A arte surge também como ferramenta em práticas educacionais voltadas para a divulgação científica. O uso de arte na educação permite que o aluno realize um trabalho envolvendo o raciocínio e a emoção através dos sentidos do olhar, ouvir e sentir. A expressão da linguagem artística possibilita uma mudança no comportamento social e no desenvolvimento criativo do aluno, explorando novas concepções e formas de aprendizagem. A arte estabelece uma ligação entre o sentimento humano e os

processos de construção de conhecimento, sendo uma ferramenta adicional nos trabalhos de divulgação e aprendizagem científica (Rodrigues et al., 2017).

Uma forma de expressão artística para divulgação da ciência é o uso da história em quadrinhos, devido a ser um gênero textual, na maioria dos casos de curta duração, cada vez mais utilizado em sala de aula por professores de diferentes áreas. Entretanto, por mais que sejam considerados textos curtos, as histórias em quadrinhos podem se tornar complexas e ricas em informações, por fazer recurso a figuras de linguagem, tanto escrita como gráfica, necessitando que o leitor mobilize várias capacidades para compreensão da história. (Santos et al., 2015). Outro fator importante é a familiaridade da leitura de história em quadrinhos entre diferentes faixas etárias. O estímulo à leitura deste gênero textual inicia-se na infância, nos primeiros anos do processo de letramento infantil, tendo continuidade da sua divulgação entre os jovens até a fase adulta (Carvalho et al., 2019). Ou seja, o hábito da leitura de história em quadrinhos e a sua estrutura de linguagem permitem que os professores consigam abordar assuntos complexos nas diversas áreas das ciências de forma simples e clara fazendo que os estudantes consigam aprender determinados assuntos complexos (Francisco Jr & Uchôa, 2014).

Um professor de ciências, como um agente ativo, pode utilizar um texto de história em quadrinhos para intermediar durante o processo de aprendizagem, na compreensão e construção de conceitos pré-estabelecidos pelos alunos, podendo confirmar ou refutar tais previsões feitas. O uso de histórias em quadrinhos não está só presente nas aulas das disciplinas das áreas de humanas, como letras, história e geografia (Rama et al., 2012), mas também podem ser aplicadas em áreas da saúde (Cabello et al., 2010) e em ciências naturais (Carvalho & Martins, 2009), por exemplo.

A história em quadrinhos tem sido utilizada na formação continuada de professores focalizada na inserção da História da Ciência, no processo formativo e suas repercussões no ensino de sala de aula. Este processo decorre de histórias em quadrinhos encontradas na literatura que retratam fenômenos da física que permitem articular a História da Ciência em sala de aula, promovendo práticas epistemológicas de formação dos educadores (Carvalho & Martins, 2009b). A História da Ciência também pode ser divulgada em histórias em quadrinhos através de histórias de ficção científica, como pode ser visto na literatura, onde um viajante do tempo convida Galileu Galilei apreciar a evolução dos conceitos da mecânica e da astronomia no percurso da história (Araújo et al., 2017).

A história em quadrinhos pode ainda ser utilizada como recurso de produção de texto dentro de sala de aula. Este tipo de aplicação de histórias em quadrinhos permite a criatividade da construção de cenários e personagens associados aos textos, promovendo uma relação com o objeto de estudo. Isso pode ser visto, por exemplo, na produção de histórias em quadrinhos utilizando o software *Pixton* em trabalho interdisciplinar entre a química e a biologia com alunos do terceiro ano do ensino médio (Santos et al, 2012). Outras aplicações da produção de história em quadrinhos, dentro de sala de aula, em educação ambiental no ensino médio (Souza et al, 2020; Gomes & Broch, 2022), de matemática para ensino fundamental (Zwiernik, 2014), no ensino de física no ensino médio (Souza & Vianna, 2013) e de história da ciência no ensino de licenciados de física (Tellez, 2013). Para Tellez (2013), a análise da produção de histórias em quadrinhos faz sentido na referência à importância do erro e da sua retificação na construção de conceitos de ciência, além da noção reconhecida da história da ciência que permite uma visão do senso comum sobre a ciência. Ou seja, alinhar a leitura com a produção de histórias em quadrinhos e com textos históricos permite dar subsídios para a desmitificação de que a ciência é um conhecimento pronto e acabado.

Para uma abordagem da História da Ciência nos ensinos fundamental e médio, de forma mais adequada para cada faixa etária, faz-se necessária a busca por novas metodologias de ensino para potencializar mudanças nos processos de aprendizagem. O uso de histórias em quadrinhos para descrever episódios relacionados com a História da Ciência permite que alunos e professores façam uma análise reflexiva da exploração dos recursos encontrados nesta técnica literária, de forma criativa, havendo uma ligação emocional que permite uma aprendizagem mais facilitada (Gasperi & Emmel, 2021).

É importante destacar que o processo de literacia científica para a produção de um texto não científico pode refletir a aprendizagem da leitura e da escrita no sistema alfabético para distinguir diferentes tipos de “letrados”, como descreve Moraes e Kolinsky (2016). Este conceito surgiu a partir da necessidade de criar alternativas para que os cidadãos pudessem compreender e opinar sobre projetos científicos e tecnológicos. Estas competências passam a ser desenvolvidas na esfera da educação em ciências, direcionadas principalmente para crianças no ambiente escolar, mas sem esquecer do processo de aprendizagem dos adultos, considerando as condições sociais e culturais presentes na sociedade (Carvalho, 2009). A história em quadrinhos torna-se também um recurso didático em sala de aula relacionado com o processo de ensino e aprendizagem na formação científica dos alunos (Mota et al, 2021; Moraes & Araújo, 2022).

O uso da leitura de histórias em quadrinhos para abordagem da História e Filosofia da Ciência mostra-se uma ferramenta eficaz para o aprimoramento da concepção histórica dos fatos científicos. A História e Filosofia da Ciência contada através da linguagem gráfica permite que alunos assimilem conteúdos mais complexos de forma simples (Leite et al., 2021). Sendo assim, a história em quadrinhos é um recurso que pode ser bastante explorado no ensino de Física. No trabalho presente, tem-se como objetivo divulgar a história do fofone, estimulando os alunos do ensino fundamental e médio a conhecerem a sua história e princípios de funcionamento, através da leitura de um texto original adaptado, e a produzirem uma história em quadrinhos sobre a mesma, evidenciando o que apropriaram dessa leitura e divulgação apresentada.

2. Metodologia

A investigação foi desenvolvida no Colégio Kennedy, situado na cidade de João Monlevade-MG, com a participação de 4 turmas e respectivos professores, sendo duas turmas do 9º ano do ensino fundamental e duas turmas do 1º ano do ensino médio. Ao todo, foram envolvidos 79 alunos na faixa etária entre 14 e 16 anos. Todas as atividades propostas foram realizadas por videoconferência através da plataforma Google Meet, em virtude da situação pandêmica e no contexto de sala de aula, e com autorização da escola. A intervenção, uma sessão de divulgação sobre o tema, foi feita em duas etapas, que estão sintetizadas conforme a Tabela 1. A metodologia seguida envolveu, entre outras atividades, a realização de uma oficina de produção de histórias em quadrinhos.

Tabela 1 – Organização do procedimento metodológico para execução do presente trabalho.

	Palestra sobre o fofone	Leitura do artigo “The Photophone”
1ª etapa		1º questionário
2ª etapa		Oficina sobre histórias em quadrinhos
		Produção das histórias em quadrinhos
		2º questionário

Fonte: Autores (2022).

A primeira etapa deste trabalho foi destinada à divulgação da história do fofone por meio de uma palestra. Esta teve como finalidade introduzir o tema, na forma de divulgação científica, que não é curricular nas séries dos participantes da pesquisa, uma vez que são trabalhados nestas turmas apenas conceitos de ótica geométrica básica. Ou seja, o uso da divulgação científica neste trabalho foi para a inserção do texto escolhido para abordar temas relacionados a ótica e a história da ciência que não estão presentes na matriz curricular dos alunos. Para o efeito, preparou-se uma transcrição, traduzida para português, de partes do artigo “*The Photophone*”, da autoria do seu inventor Alexander Graham Bell, publicado na revista *Science* (Bell, 1880). A escolha metodológica de realizar a transcrição para o português de trechos específicos do artigo teve o intuito de destacar o funcionamento do fofone, bem como aspectos de natureza da ciência (papel dos cientistas envolvidos, emoção do

cientista, entre outros), extraindo tópicos que são de melhor compreensão aos alunos do último ano do ensino fundamental e do primeiro ano do ensino médio. Ao término da primeira etapa, foi enviado um questionário com 6 questões discursivas para análise da percepção dos alunos em relação à palestra.

A segunda etapa deste trabalho ocorreu uma semana depois, com a realização de um segundo encontro para a execução da oficina de história em quadrinhos, cuja finalidade foi propiciar uma ferramenta de expressão aos alunos que pudesse mediar a apropriação que estes fizeram do episódio de história da ciência sobre o qual a sua atenção foi requerida. Esta oficina teve por finalidade ensinar conceitos básicos para a criação de uma história em quadrinhos. A oficina foi segmentada pelos itens: estilo de desenhos, divisão de quadros, tipos de balões, onomatopeias, tipos de enquadramento, composição de imagens. Em seguida, solicitou-se que os alunos construíssem, ao longo de duas semanas a sua própria história em quadrinhos, refletindo o que apropriaram das duas sessões e da leitura do texto científico disponibilizado em torno do fofone.

Para uma melhor análise desta etapa, elaborou-se um segundo questionário, com 5 questões de múltipla escolha, que foi enviado aos alunos, para auxiliar no diagnóstico da leitura das histórias em quadrinhos e, conseqüentemente, uma melhor percepção do impacto da leitura feita do artigo “The Photophone”. Este questionário foi aplicado em sala de aula, uma semana após a submissão das histórias em quadrinhos.

3. Resultados e Discussão

Conforme referido anteriormente, a presente investigação pressupôs tarefas a serem realizadas pelos estudantes, nomeadamente a leitura de extratos do artigo “The Photophone” e a sua apropriação, para efeitos da construção de uma história em quadrinhos alusiva. A análise dos resultados que se apresenta a seguir foi dividida em duas partes: a análise das histórias em quadrinhos recebidas e a análise dos dois questionários aplicados.

Análise das histórias em quadrinhos

A análise das histórias em quadrinhos foi dividida em duas partes: análise da assimilação do conteúdo histórico e científico do artigo “The Photophone”; e análise da compreensão da técnica de criação das histórias em quadrinhos.

Para a análise da assimilação do conteúdo histórico e científico do artigo “The Photophone” estabeleceram-se 3 parâmetros: (1) abordagem explícita do tema “Fotofone”, (2) tipo de gênero (ficção ou não ficção) utilizado; (3) compreensão dos conceitos básicos sobre o funcionamento do fofone e da sua história. Neste último parâmetro, e a fim de avaliar a percepção dos alunos a respeito dos conceitos físicos relativos ao funcionamento e história do fofone, analisaram-se a linguagem escrita e a linguagem gráfica presentes nas histórias em quadrinhos criadas pelos alunos.

Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 2, destacando-se que 93% das histórias em quadrinhos desenvolvidas pelos alunos das quatro turmas abordaram o fofone como tema principal; apenas 7% desenvolveram uma história que não estava relacionada, com temas divergentes do assunto solicitado. Estes valores mostram uma aceitação da proposta temática pela esmagadora maioria dos alunos. Também a partir da análise dos dados apresentados, verifica-se que 53% dos alunos optaram por desenvolver suas histórias adotando como gênero o de ficção, contra 47% que optaram por utilizar uma narrativa dos fatos históricos (não ficção) de como foi desenvolvido o fofone por Alexander Graham Bell e por Charles Summer Taíter (seu assistente). A escolha de 53% dos alunos por desenvolver histórias de ficção parece dever-se ao fato de, sobre esta faixa etária, existir uma influência, identificada, da ficção científica, tanto através de histórias em quadrinhos como de filmes e seriados (Gradvohl, 2010). Contudo, destaca-se um resultado expressivo nas histórias em quadrinhos que utilizaram, na sua narrativa, a descrição da história referente ao surgimento do fofone. Tal resultado indica o envolvimento dos alunos na leitura do artigo “Photophone”.

Tabela 2 – Parâmetros para análise da assimilação do conteúdo histórico e científico das histórias em quadrinhos feitas pelos alunos sobre a história e funcionamento do fofone.

Fotofone	abordado	93%
	não abordado	7%
Gênero	ficção	53%
	não ficção	47%
Compreensão conceito/história do fofone	sim	90%
	não	10%

Fonte: Autores (2022).

Conforme os resultados presentes na Tabela 2 pode-se observar que 90% dos alunos compreenderam o conceito de funcionamento e/ou a descrição dos fatos históricos relativos ao fofone, em sintonia com a leitura do artigo “The Photophone” e da palestra de divulgação sobre o mesmo; apenas 10% das histórias em quadrinhos não evidenciaram uma compreensão do tema. A abordagem por construção de histórias em quadrinhos mostra um resultado satisfatório para a análise da compreensão do grau de conhecimento dos alunos sobre o uso dos recursos de linguagem, presentes em um texto de história em quadrinhos, pois este gênero textual permite que os autores, no caso os alunos, se expressem de forma mais confortável através dos desenhos. Através da linguagem gráfica observou-se que 90% dos alunos compreenderam os conceitos relacionados com o funcionamento do fofone, ou a descrição dos momentos históricos marcantes, ou na descrição de ambos foi apresentada com mais detalhes do que no uso da linguagem escrita. A Figura 1 mostra um exemplo das histórias elaboradas pelos alunos de acordo com os dados da Tabela 2.

Figura 1 – Exemplo de uma história em quadrinho feitas sobre aspectos históricos do fofone.



Fonte: Autores (2022).

Para avaliar melhor o nível de compreensão da construção e funcionamento do fofone foram escolhidos parâmetros baseados na linguagem escrita e na linguagem gráfica. Os seguintes parâmetros foram avaliados: 1) descrição completa e descrição incompleta, referentes à linguagem escrita; 2) desenho completo e desenho incompleto, referentes à linguagem gráfica.

A análise da linguagem escrita mostrou que 26% das histórias em quadrinhos apresentaram descrição completa sobre o funcionamento do fofone, enquanto 74% das histórias em quadrinhos fizeram uma abordagem descritiva incompleta

referente ao funcionamento do fofone. Observou-se que 69 % das histórias em quadrinhos estavam com desenho completo, pois apresentavam o fofone com todos os seus componentes e o funcionamento correto.

Já 31 % das histórias em quadrinhos estavam com desenho incompleto, pois faltava algum item do fofone e/ou apresentavam o funcionamento incorreto.

Pôde-se observar que os alunos conseguiram descrever melhor o funcionamento do fofone através da linguagem gráfica do que da linguagem escrita. Isso é um indicativo de que como os alunos não têm o hábito da leitura, em particular, de artigos científicos (leem pouco e raramente ou nunca), a expressão da compreensão do tema abordado foi mais fácil através da linguagem gráfica pois os mesmos estão mais familiarizados com leituras de história em quadrinhos do que com artigos científicos, conforme apontado na literatura (Ferreira & Queiroz, 2010; Francisco & Uchoa, 2014; Ferreira, & Reis, 2016).

Análise da compreensão da técnica de criação de história em quadrinhos

Para a análise da compreensão da técnica de criação de história em quadrinhos foram estabelecidos 6 parâmetros: (1) pigmentação, (2) composição das imagens; (3) relação imagem/texto; (4) diagramação dos quadros; (5) onomatopeias; (6) uso dos balões. Estes parâmetros estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros para a análise da compreensão da técnica de criação sobre história em quadrinhos.

Pigmentação	preto e branco	60%
	Colorido	40%
composição das imagens	Sim	78%
	Não	22%
relação imagem/texto	imagem e texto	93%
	somente imagem	7%
diagramação dos quadros	tamanho único	52%
	tamanhos variados	48%
Onomatopeias	sim	26%
	não	74%
uso dos balões	sem balões	7%
	somente balões simples	26%
	dois ou mais tipos de balões	67%

Fonte: Autores (2022).

A diversidade no uso dos componentes para elaboração das histórias em quadrinhos demonstra a compreensão dos alunos perante a oficina de história em quadrinhos. O uso de histórias em preto e branco (60%) pode ser atribuído por um gosto dos alunos ou devido ao fato deles terem um tempo reduzido para concluir a parte gráfica com cores, uma vez que a produção de uma história em quadrinhos colorida demanda mais tempo para ser confeccionada (Rama et al. 2012).

O uso de 78% da composição de imagens (como pode-se observar na tabela 03) demonstra que os alunos usaram este recurso para enfatizar a mensagem através da linguagem gráfica, o que é reforçado pelo cuidado posto na elaboração dos desenhos aplicando as técnicas gráficas adquiridas durante a oficina de história em quadrinhos. Esta afirmação é consolidada quando observamos os percentuais dos demais parâmetros presentes na Tabela 03, como o uso da linguagem gráfica associada à linguagem escrita das histórias em quadrinhos (93% no parâmetro da relação de imagem/texto) e a diversidade no uso de mais de um tipo de balões nas histórias elaboradas pelos alunos.

Sendo assim, pode-se observar a existência do desenvolvimento das concepções dos diferentes elementos na construção de uma história em quadrinhos através da aplicação das técnicas adquiridas durante a oficina. A aplicação acertada destes recursos permitiu que os alunos expressassem o conteúdo assimilado tanto da história do fotofone quanto do seu funcionamento através da linguagem gráfica. Os recursos do uso de linguagem escrita, como a aplicação dos balões, narração e onomatopeias, e as técnicas para construção da linguagem gráfica, destacando a versatilidade na composição das imagens nas vinhetas e o recurso ao grande uso dos tipos de linguagens mostraram que a dinâmica da oficina de história em quadrinhos foi eficiente na forma dos alunos se expressarem sobre a compreensão do conhecimento adquirido sobre o funcionamento e a história do fotofone.

Análise dos questionários

Foram aplicados dois questionários para análise da compreensão dos alunos. O primeiro questionário, com 6 questões discursivas, foi direcionado para análise da percepção dos alunos em relação ao funcionamento e a história do fotofone a partir da apresentação da palestra. O segundo questionário foi aplicado no final da segunda etapa, contendo 5 questões de múltipla escolha. Este questionário foi elaborado para averiguar se os alunos se basearam na leitura do artigo para a construção das histórias em quadrinhos.

Na Tabela 4, apresentam-se as 6 questões discursivas do primeiro questionário com os padrões de resposta para cada uma e a respectiva percentagem. As respostas foram agrupadas em padrões para cada pergunta para uma melhor análise dos resultados.

Tabela 4 – Questões do 1º questionário e respectivos padrões de respostas (%).

Perguntas	Padrão de respostas	%
Por que Alexander Graham Bell considerava o fotofone o seu maior invento?	Primeiro invento a proporcionar comunicação através da luz.	44
	Invento precursor do sistema de fibra ótica.	48
	Relação ao número de patentes dedicada ao fotofone.	5
	Não souberam responder.	3
Por que o invento do fotofone não fez tanto sucesso como o telefone?	O fotofone tinha um curto alcance.	61
	Dependência da luz solar para seu funcionamento.	28
	Limitações tecnológicas do século XIX.	11
Por que o fotofone não foi comercializado no período de sua criação?	Só funcionava com a luz do Sol.	71
	Limitações técnicas que não proporcionavam a comercialização como a do telefone.	27
	Não souberam responder.	3
Por que o fotofone foi um invento importante para as telecomunicações?	Primeiro invento a transmitir o som sem um fio, através da luz.	91
	Resposta incoerente ou não souberam responder.	9
Qual a importância de estudar a História das Ciências?	História das Ciências permite compreender a evolução da humanidade e a evolução da ciência.	99
	Não souberam responder.	1
Qual é, no teu entender, o papel das ciências na sociedade?	A ciência proporciona uma melhor qualidade de vida da sociedade no que se diz respeito a saúde e avanço tecnológico, proporcionando uma evolução da mesma.	95
	Não souberam responder.	5

Fonte: Autores (2022).

Observa-se, pelas respostas à pergunta 1 que apenas 44% compreenderam que, para Alexander Graham Bell, o fotofone foi seu maior invento porque poderia transmitir a fala através da luz. Mais de metade dos alunos não compreendeu, a partir da palestra, qual a importância que Bell atribuiu ao fotofone.

De acordo com as respostas dos alunos às perguntas 2 e 3, a falta de sucesso do fotofone e da não comercialização deste invento deveu-se ao fato de o fotofone só funcionar num curto alcance e por depender da luz do Sol para funcionar, respectivamente. Ao analisar estas respostas, observa-se que os alunos, perante a palestra sobre a invenção e funcionamento do fotofone, conseguiram compreender a consequência histórica das limitações do fotofone no período em que foi criado. Da análise das respostas à pergunta 4, verifica-se que 91% dos alunos perceberam a importância do fotofone para as telecomunicações, pois foi o primeiro invento a transmitir o som sem fios, através da luz.

A análise das respostas às perguntas 5 e 6, evidencia que a maioria dos alunos reconhecem a importância tanto da História das Ciências como das Ciências para a sociedade contribuindo para a compreensão da evolução da humanidade e da própria ciência. Reconhecem ainda que os estudos científicos permitem uma melhoria na qualidade de vida da sociedade, nomeadamente no que respeita à saúde e avanço tecnológico.

Sendo assim, o primeiro questionário foi respondido sob a influência da apresentação da palestra. O padrão das respostas está alinhado com a estrutura de apresentação da palestra. O padrão das respostas das questões 2, 3 e 4 foi muito similar, uma vez que se pode perceber que o ponto de maior assimilação do conteúdo da palestra foi que o fundamento básico do fotofone se dá através transmissão da fala pela modulação da luz, sendo este invento precursor da transmissão da fala através da luz.

O segundo questionário permitiu uma análise da correlação entre a abordagem do tema nas histórias em quadrinhos com a capacidade de abstração do conteúdo apresentado no artigo “The Photophone”. Pode observar-se na Tabela 5 as respostas selecionadas às 5 perguntas do segundo questionário.

Tabela 5 - Questões do 2º questionário e suas respectivas respostas (%).

Perguntas	Respostas	%
1. Quem foi o co-autor do Fotofone?	Sr. Willoughby Smith	18,2
	Sr. Summer Tainter	80,3
	Sr. May	1,5
2. Ao concluir seu artigo “O Fotofone”, Alexander Graham Bell esperava que:	O fotofone tivesse o mesmo sucesso científico que o telefone.	57,6
	O fotofone não tivesse o mesmo sucesso científico que o telefone.	9,1
	O fotofone teria um sucesso comercial no futuro.	33,3
	O fotofone só funciona com a luz do Sol.	39,4
3. Em seu artigo, Alexander Graham Bell afirma que:	O fotofone não era eficaz porque faltava serem inventados dispositivos como a fibra ótica e o LASER.	9,1
	Tons sonoros foram ouvidos até mesmo a luz de vela.	51,5
4. De acordo com a montagem do fotofone descrita no artigo:	Um grande feixe de luz incidia diretamente no espelho do diafragma	19,7
	Um grande feixe luminoso é concentrado por meio de uma lente no espelho do diafragma e, após a reflexão, é novamente focado por meio de outra lente.	75,8
	Não havia necessidade de usarem lente na construção do fotofone.	4,5
5. Para o desenvolvimento do fotofone, Alexander Graham Bell relata em seu artigo que:	A propriedade do selênio ser sensível às vibrações da luz foi fundamental para o funcionamento do fotofone.	59,1
	A propriedade de sensibilidade às vibrações da luz é exclusiva do selênio.	13,6
	A utilização do selênio como suporte para os espelhos do transmissor e do receptor foi importante para o sucesso do fotofone.	27,3

Fonte: Autores (2022).

Verifica-se que, em todos os itens do questionário, o número de acertos é superior ao número de respostas erradas. As perguntas 1, 3, 4 e 5 não necessitam de interpretação, sendo as respostas extraídas diretamente do texto utilizado, apresentando um percentual de correção entre 51,5% e 80,3%.

A questão 2, que dependia de uma interpretação do texto, inferida da leitura feita pelos alunos, teve 56,7% de respostas corretas, existindo 33,3% de respostas parcialmente corretas e apenas 9,1% de respostas erradas.

A análise deste segundo questionário permitiu concluir que os alunos realizaram a leitura do artigo “The Photophone”, uma vez que este foi aplicado em sala de aula e sem consultar o artigo. Observa-se que as alternativas que tiveram maior percentual de escolha pelos alunos são as alternativas certas para cada uma das questões. É importante ressaltar que este texto foi o primeiro artigo escrito por um cientista do século XIX com que os alunos tiveram contato em sala de aula. Deve-se salientar-se também que o artigo trabalhado com os alunos tem uma estruturação diferente da dos artigos científicos contemporâneos, com uma narrativa, onde os autores utilizam a primeira pessoa no singular ou no plural para descrever o artigo de forma emocional e com menos rigor científico, diferente do que encontramos na atualidade, com uma estrutura mais técnica e menos passional. Desta forma, era esperado que não estivessem familiarizados com este tipo de escrita. Na prática, por mais que os alunos já tenham lido algum artigo científico, ou material de divulgação científica, o hábito da leitura científica se dá com mais ênfase em disciplinas de cursos de graduação voltadas para metodologia científica e em trabalhos de iniciação científica (Bona et al., 2012). A descrição produzida tanto do funcionamento como da construção do fofone, de forma pouco aprofundada, deve-se ao fato de, para esta faixa etária, o conteúdo ministrado ser apenas de ótica geométrica básica, pois são alunos do 9º ano do ensino fundamental e do 1º ano do ensino médio, (Brasil, 1998).

4. Considerações Finais

Ao analisar as histórias em quadrinhos, produzidas pelos alunos, em termos das linguagens escrita e gráfica, pode-se averiguar o grau de assimilação obtido relativamente à história do fofone e do seu funcionamento. De acordo com os resultados apresentados neste trabalho, observou-se que os alunos tiveram uma maior atenção em se expressarem pela linguagem gráfica do que pela linguagem escrita. Este comportamento é reflexo da idade em que os alunos se encontram, e por isso fazem maior e melhor uso da liberdade de expressão através da linguagem gráfica (Rama et al., 2012).

Como o artigo “The Photophone” foi o primeiro artigo científico com que os alunos tiveram contato, conforme relato do professor das turmas, a falta de experiência na leitura deste tipo de texto pode-se observar tanto na linguagem escrita usada na produção das histórias em quadrinhos como pelas respostas aos questionários. Das respostas ao questionário discursivo verifica-se que os alunos atribuíram relevância ao estudo da história da ciência no processo de aprendizagem e também concederam importância ao conhecimento científico para o bem da sociedade.

No que se diz respeito à metodologia aplicada, o uso de histórias em quadrinhos como ferramenta auxiliar para avaliar o grau de percepção de conceitos voltados à história da ciência demonstra grande potencial no processo de ensino e aprendizagem. O uso desta ferramenta no processo de avaliação pode permitir que os alunos manifestem os conhecimentos adquiridos quer através do uso da linguagem escrita quer através da linguagem gráfica complementando métodos avaliativos mais tradicionais. Os recursos técnicos para construção de histórias em quadrinhos permitem a expressão de diversas formas, permitindo que, tanto alunos que tenham gosto pelas áreas das ciências como alunos que se familiarizam mais com as ciências humanas, consigam expressar os conhecimentos compreendidos.

Em suma, este trabalho revelou que o uso da história em quadrinhos permitiu o desenvolvimento de competências de expressão focadas na aprendizagem de um tema tratado em texto, e escrito pelo próprio cientista. Evidenciaram-se aspectos apropriados e transmitidos de forma gráfica pelos estudantes, de forma mais evidente que pela forma escrita, podendo-se admitir que, perante índices de leitura baixos, o recurso à expressão gráfica possa contribuir para a mediação e ativação do

interesse pela leitura e melhorar a performance de aprendizagens das ciências nos ensinos fundamental e médio.

Referências

- Araújo, C., Firmo, T., Lima, T., & Corrêa, S. (2017). *Astronomia & Mecânica Clássica: História da Ciência em Quadrinhos*. João Monlevade, Brasil: Ed. do Autor.
- Bell, A. G. (1880) The Photophone. *Science*, 1(11), 130-134.
- Bona, A. S., Daminelli, E., & Oliveira, H. L. (2012). Aprendendo a ler artigos. *Revista trajetória Multicursos*, 5(6), 20-35.
- BRASIL (1998). *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF.
- Cabello, K. S., Roque, L., & Sousa, I. C. F. (2010). Uma história em quadrinhos para o ensino e divulgação da hanseníase. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 225-241.
- Carvalho, G. K. M., Dantas, C. K. F. M., & Aguirre, M. A. C. (2019). Letramento: entre contos e histórias em quadrinhos. *Holos*, 35(7), e8240, 1-13. <https://doi.org/10.15628/holos.2019.8240>
- Carvalho, G. S. (2009). Literacia científica: conceitos e dimensões. In *Azevedo, F., & Sardinha, M. G. (Coord.) Modelos e práticas em literacia*. Lisboa: Lidel, 179-194.
- Carvalho, L. S., & Martins, A. F. P. (2009). Os quadrinhos nas aulas de Ciências Naturais: uma história que não está no gibi. *Revista Educação em Questão*, 35(21), 120-145.
- Carvalho, L. S., & Martins, A. F. P. (2009b). *História da Ciência na formação de professores das séries iniciais: uma proposta com quadrinhos*. In Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, SC, Brasil.
- Ferreira, A. M. P., & Ferreira, M. E. M. P. (2010). A História da Ciência na formação de professores. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 2, 1-13.
- Ferreira, J. C. D., & Reis, P. (2016). *As narrativas da ficção científica na educação em ciências: uma análise sobre as concepções de professores portugueses em formação*. In 27 Encuentros De Didáctica De Las Ciencias Experimentales, (1351-1357), Badajoz, Espanha.
- Ferreira, L. N. A., & Queiroz, S. L. (2012). Texto de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 3-31.
- Francisco Jr, W. E., & Uchôa, A. M. (2014). Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos: uma análise do modo de leitura dos estudantes. *Educación Química*, 26(2), 87-93.
- Gasperi, A. M., & Emmel, R. (2021). Metodologias ativas com o uso de tic mistas nos processos de ensino e de aprendizagem de HC com HQ. *Cadernos de educação básica*, 6(2), 1-10. <http://dx.doi.org/10.33025/ceb.v6i2.3205>
- Gomes, E. S., & Broch, S. A. O. (2022) Construção de valores socioambientais a partir dos quadrinhos: uma proposta de educação ambiental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 39(2), 58-76.
- Gradwohl, A. L. S. (2010) *Influência da ficção científica na divulgação de ciências*. (Trabalho de Conclusão de Curso em Especialista em Jornalismo Científica) Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, Brasil.
- Hornes, A., & dos Santos, S. A. (2015). A leitura científica como recurso didático para a aprendizagem significativa no estudo de física. *Polyphonia*, 26(2), 471-483.
- Leite, M. R. V., Cortela, B. S. C., & Gatti, S. R. T. (2021). As histórias em quadrinhos como opção para abordar a história e filosofia da ciência no ensino dos elementos químicos: o caso do lítio. *Investigação em Ensino de Ciências*, 26(2), 313-332.
- Moraes, R. C. B., & Araújo, G. C. (2022) Produção científica sobre história em quadrinhos na Scielo (1997-2020): o que dizem as pesquisas. *Revista do PEMA*, 4, 1-29.
- Mota, M., Sá, C. M., & Guerra, C. (2021). A banda desenhada na comunicação e educação em ciência: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Lusófona*, 51, 99-119.
- Monteiro, M. M., & Martins, A. F. P. (2015). História da Ciência em sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37(4), 4501(1)-4501(9).
- Morais, J., & Kolinsky, R. (2016). Literacia científica: produção de texto científico. *Educar em Revista*, 62, 142-162.
- Rama, A., Vergueiro, W., Barbosa, A., Ramos, P., & Vilela, T. (2012). *Como usar as histórias em quadrinhos em sala de aula*. (4ª ed.): Editora Contexto.
- Rodrigues Jr, E., Luna, F. J., Linhares, M. P., & Hygino, C. B. (2015). Implicações didáticas de história da ciência no ensino de Física: uma revisão de literatura através da análise textual discursiva. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32 (3), 769-808.
- Rodrigues, R. N. L., Souza, L. J., & Treviso, V. C. (2017). Arte-educação: a relevância da arte no processo de ensino e aprendizagem. *Caderno de Educação: Ensino e Sociedade*, 4(1), 114-126.

- Rojo, R. (2008). O letramento escolar e os textos da divulgação científica – a apropriação dos gêneros de discurso na escola. *Linguagem em (Dis)curso*, 8(3), 581-612.
- Saito, F. (2010). História da Ciência e Ensino: em busca de diálogo entre historiadores e educadores. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 1, 1-6.
- Santos, T. C., Sousa, A. M., Amorim, M. S., & Silva, E. F. (2015). História em quadrinhos: uma proposta de letramento. *Tropos: Comunicação, Sociedade e Cultura*, 1(4), 1-10.
- Santos, V. J. R. M., Silva, F. B., & Acioli, M. F. (2012). Produção de história em quadrinhos na abordagem interdisciplinar de Biologia e Química. *Novas Tecnologias da Educação*, 10 (3), 1-8.
- Souza, D. G., Mirando J. C., & Coelho, L. M. (2020). Histórias em quadrinhos como ferramenta de educação ambiental. *South American Journal Of Basic Education, Technical and Technological*, 7(2), 219-238.
- Souza, E. O. R., & Vianna, D. M. (2013). *Reflexões sobre o uso de histórias em quadrinhos para promover o discurso na aula*. In Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências. Águas de Lindóia, SP, Brasil.
- Telles, I. R. (2013). *A produção de histórias em quadrinhos a partir da leitura de textos históricos por licenciados PIBID*. In Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências. Águas de Lindóia, SP, Brasil.
- Vieira, K. M, Bernini, P. C., Paula, B. R., Martino, D. P, Souza, D. C., Monnerat, C. S., & Corrêa, S. F. (2019) Instrumentação para o ensino de química utilizando materiais de baixo custo. *Research, Society and Development*, 8(5), 1-10.
- Zwiernik, L (2014). *Uso das histórias em quadrinho em sala de aula*. In X Salão de ensino da UFRGS, Brasil.