

# Exploração de conceitos sobre a física de semicondutores através da produção de histórias em quadrinhos

Exploring physical concepts on semiconductors by means of comics design

Reginaldo A. Zara<sup>1</sup>, Leidi Katia Giehl<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Programa de Pós-Graduação em Ensino – PPGEn. Av. Tarquínio Joslin dos Santos, 1300, Jardim Universitário, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná – UFPR, Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGE, Av. Sete de Setembro, Centro, 2645, Curitiba, Paraná, Brasil.

\*E-mail: [reginaldo.zara@gmail.com](mailto:reginaldo.zara@gmail.com)

Recibido el 15 de junio de 2021 | Aceptado el 1 de septiembre de 2021

## Resumo

Neste artigo discutiremos sobre a produção de histórias em quadrinhos (HQs) pelos participantes de uma oficina didática, elaborada sob os pressupostos da estratégia de ensino dos Multimodos e Múltiplas Representações, para a abordagem do conteúdo de Semicondutores para o Ensino Médio. A oficina foi implementada em uma instituição pública de Ensino Médio do Estado do Paraná-Brasil. A atividade de produção de HQs, efetuada na parte final da oficina, permitiu aos participantes expressar suas compreensões sobre o conteúdo abordado por meio das personagens construídas e suas falas, dos cenários elaborados e enredos propostos. O acompanhamento do processo de elaboração das HQs mostrou envolvimento dos participantes com o propósito da atividade, centrada na retomada de conceitos abordados e no diálogo entre os participantes para a seleção dos itens a serem abordados nas histórias: suas personagens, cenários e enredos. Em relação ao conteúdo presente nas HQs, uma comparação entre os assuntos abordados e os conhecimentos prévios, demonstrados no início da oficina, fornecem indícios para avaliação da evolução conceitual dos participantes da oficina.

**Palavras chave:** Histórias em quadrinhos; Semicondutores; Multimodos e múltiplas representações.

## Abstract

In this article we discuss the production of comics by the participants of a didactic workshop elaborated under the assumptions of the strategy of multimodal and multiple representations to approach the content of Semiconductors for High School. The workshop was implemented in a public high school institution in the State of Paraná-Brazil. The comics production activity, carried out in the final part of the workshop, allowed participants to express their comprehension about the content covered through their characters proposals and their speeches, the elaborated scenarios and the proposed stories. When monitoring of the comics elaboration process, we observe a strong involvement of the attendants with the activity purpose centered on the resumption of concepts addressed and in the discussion among the participants for the selection of the items to be addressed in the stories, their characters, scenarios and plots. Regarding the subjects appearing in the comics, a comparison between the subjects covered in the workshop and the previous knowledge demonstrated at the beginning of the activities provides evidence that could support to an analysis of the conceptual evolution of the workshop participants.

**Keywords:** Comics; Semiconductors; Multimodal and multiple representations.

## I. INTRODUÇÃO

A estratégia de ensino por meio de multimodos e múltiplas representações - MMR (Ainsworth, Prain e Tytler, 2011), apresenta-se como uma estratégia de ensino que sugere procedimentos metodológicos que podem contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Embora a estratégia de abordagem multirrepresentacional tenha sido usada originalmente para o ensino com auxílio de computadores ou outras mídias informatizadas, seus conceitos foram rapidamente estendidos à outras áreas de conhecimento, sendo encontrados relatos deste tipo de abordagem no ensino de Química, Física, Matemática e Biologia (Tsui e Treagust, 2013).

Voltada para aplicações em educação científica, a estratégia de ensino baseada na MMR apoia-se na exposição do estudante a diferentes modos de representação dos conceitos, sejam na forma de textos discursivos, poéticos ou gráficos, imagéticos, fotografias e vídeos; ou cinestésicos como a exposição a sons, luzes, calor ou vibração, ou mesmo combinações de diferentes representações. Prain e Waldrip (2006, p. 1844), apontam que a prática de representar um mesmo conceito ou processo científico em diferentes formas proporciona, aos alunos, um leque de oportunidades para construir um conceito científico e, expressar este conhecimento através da utilização de diferentes formas de representações. Segundo Laburú, Barros e Silva (2011), o pensamento científico depende dos vários registros e modos de representações, sendo que a compreensão e a conversão dos significados se darão com mais rapidez e o entendimento de um único conceito poderá se dar de diferentes formas. Assim, a abordagem por MMR possibilita realçar os conceitos estudados, tendo em vista que quando um assunto é trabalhado usando diversas formas de representações, este pode contribuir para uma aprendizagem mais consistente.

Neste artigo discorreremos sobre os resultados de uma atividade multirrepresentacional desenvolvida. Compôs-se uma oficina didática proposta sob os pressupostos da estratégia de ensino de MMR para a abordagem do conteúdo de Semicondutores para estudantes do Ensino Médio a qual foi implementada em uma instituição pública de Ensino do Estado do Paraná-Brasil (Giehl e Zara, 2019). O foco deste artigo é uma das atividades utilizadas na estratégia MMR da oficina: a produção de histórias em quadrinhos pelos participantes tendo como assunto aspectos do conteúdo abordado, com a intenção de trabalhar as HQ como uma linguagem para expressar fenômenos físicos ao invés da apresentação de quadrinhos como mera imagem ilustrativa (Souza e Viana, 2020).

A oficina implementada foi planejada tendo em vista os pressupostos dos Multimodos e Múltiplas Representações como estratégia de abordagem. Em geral, MMR podem ser encontradas em muitos objetos e ambientes de aprendizagem, por exemplo nos materiais didáticos nos quais fotografias são utilizadas como ilustrações dos textos, nos desenhos explicativos e diagramas. Ambos contribuem para a compreensão do significado da mensagem escrita e, além disso, quando inseridos em ambientes informatizados, tais recursos educacionais, ao mesclar texto, imagem e som, colaboram para a representação de um mesmo conceito ou processo através das MMR.

De acordo com Laburú e Silva (2011, p. 727b), a produção e transmissão do conhecimento científico podem ser vinculadas ao emprego de diversas representações e modos de comunicá-las, sendo que a linguagem científica envolve uma série variada e integrada de representações simbólicas que incluem representações orais, verbais, escritas, visuais e cinestésicas. No ensino de Ciências, a permuta entre diferentes representações e as conexões entre elas, são fundamentais para a construção do conhecimento e a necessária atribuição de significação a este processo (Eco, 2016; Ausubel, Novak e Hanesian, 1980). De acordo com Ainsworth (1999, p. 134), as múltiplas representações possuem funções, como:

- Complementar: uma representação pode complementar outra, sendo que o conjunto de representações pode ter efeito positivo. Ao trabalhar com atividades que se complementam, os alunos ficam menos propensos a terem seu estudo limitado a somente um tipo de representação;
- Restringir: ao trabalhar com mais de uma representação pode-se aproveitar as opções representacionais para refinar, direcionar a interpretação da primeira, que sozinha poderia não atingir o objetivo perseguido;
- Construir: a construção de uma representação mais profunda pode gerar a abstração, relação e extensão do conteúdo estudado.

Laburú e Silva (2011, p. 20a) acrescentam ainda, que os multimodos e múltiplas representações contribuem para o atendimento às particularidades dos estudantes e possibilitam a manifestação emocional que cada estudante possui com o conhecimento.

Quando se pensa numa aprendizagem efetiva é indispensável que se atente para as necessidades e preferências cognitivas individuais. Sendo assim, ao trabalhar com um determinado modo representativo, pode-se potencializar a elaboração de ideias de um aluno em particular, auxiliando-o a ultrapassar obstáculos conceituais de representações mais abstratas (Laburú e Silva, 2011, p. 18a). Uma proposta pedagógica baseada em múltiplas formas e modos de representações conjuga, simultaneamente com diversos aspectos cognitivos e subjetivos, ambos essenciais para a aprendizagem com maior significado (Laburú e Silva, 2011, p. 27a). De fato, quando o professor utiliza variadas

representações, possibilita o enriquecimento de sua prática docente e conseqüentemente do processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, o propósito da escola deveria ser o de desenvolver as inteligências e ajudar os estudantes a atingirem seus objetivos de forma que possam se sentir mais engajados e competentes, portanto, mais inclinados a servirem à sociedade de uma maneira construtiva (Gardner, 1995, p. 15).

## II. PERCURSO METODOLÓGICO

Conforme mencionado anteriormente, implementamos uma oficina didática baseada nos preceitos da estratégia de MMR para abordar o conteúdo sobre semicondutores para estudantes do Ensino Médio. Ao trabalhar com oficinas abre-se a possibilidade de abordar o conteúdo de uma forma mais inventiva (Ross e Munhoz, 2015, p. 2001) ao mesmo tempo, que se pode criar um diálogo mais aberto entre os participantes, quebrando hierarquias e permitindo que os estudantes se tornem capazes de experimentar, decidir e teorizar acerca do conteúdo em questão (Corrêa, 1998, p. 70). Ao explorar o conteúdo através de oficinas, utilizando a estratégia de MMR, espera-se criar elementos para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmicos, valendo-se das variadas atividades, formas de leitura e observação dos fenômenos relacionados ao conteúdo proposto.

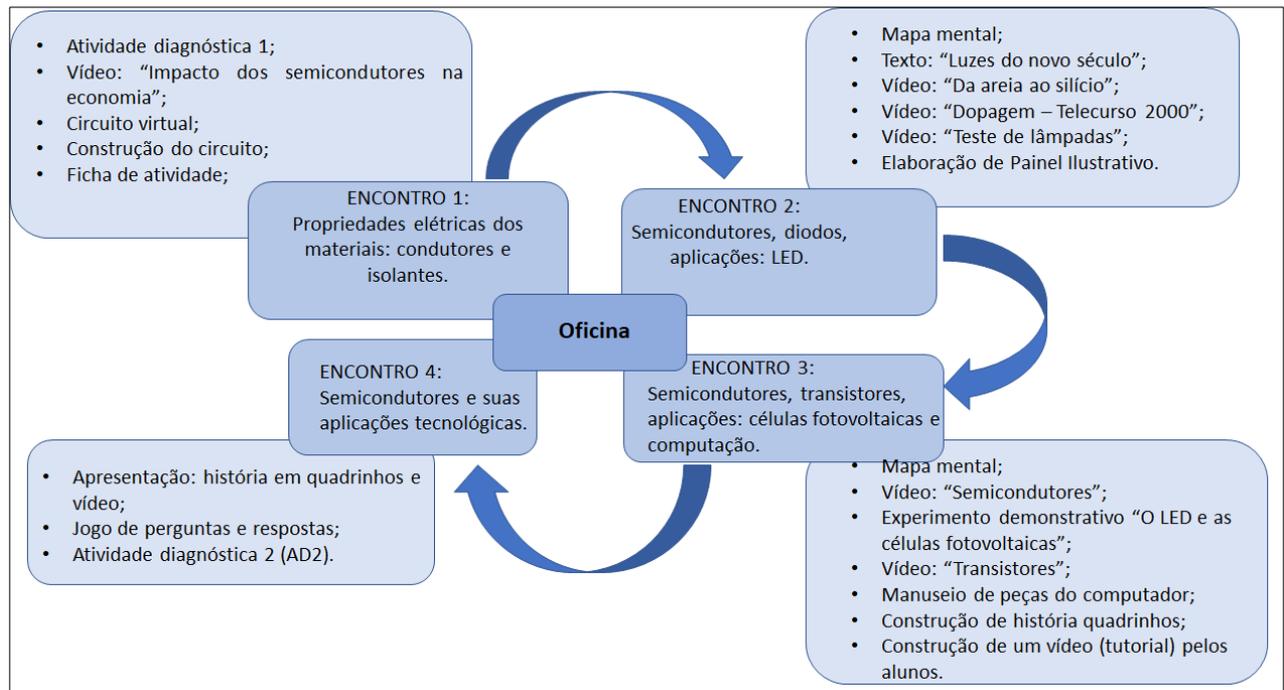
Para a organização da oficina foi necessário selecionar o material bibliográfico a partir de diversas referências sobre o conteúdo específico, elaborar um material que atendesse critérios de qualidade de informação e adequação ao nível de escolaridade do público-alvo (no caso, estudantes do Ensino Médio). Para isso, foram consultados livros didáticos e paradidáticos, publicações de divulgação científica, sites que disponibilizam conteúdo na Internet, repositórios de vídeos e vídeo aulas, observando as diferentes abordagens dos assuntos relacionados ao conteúdo programático a ser abordado. Foram selecionados textos, vídeos, propostas de experimentos de acordo com os objetivos previamente estabelecidos para a construção da oficina e levando em consideração as possibilidades de participação ativa dos estudantes nas atividades programadas. A partir do tema específico sobre Semicondutores e suas aplicações na tecnologia, considerando a viabilidade da abordagem através dos MMR, estabeleceram-se os conteúdos essenciais a serem discutidos ao longo dos encontros, distribuindo os assuntos definidos em encontros programados, tendo em vista as representações envolvidas nas atividades programadas para cada conteúdo.

A oficina foi então organizada tendo como tema “As propriedades elétricas dos materiais semicondutores e suas aplicações na tecnologia”, definindo como estratégia de trabalho os multimodos e múltiplas representações (MMR) para abordagem do conteúdo específico. Todas as atividades foram planejadas segundo os princípios e funções dos MMR, de acordo com o tempo disponibilizado, o espaço disponível e o público-alvo, porém, durante a execução da oficina, as atividades foram adaptadas de acordo com os conhecimentos prévios dos alunos, seus avanços e limitações. Na Figura 1, apresentamos uma síntese da programação da oficina didática, organizada em quatro encontros de 4 horas, o que permite uma visão geral dos tipos de representações adotadas para a exploração do conteúdo e da forma de produção do material pelos participantes. As atividades foco deste trabalho, a produção de histórias em quadrinhos pelos participantes, estão alocadas no terceiro e no quarto encontro.

A oficina descrita foi implementada no período de junho a julho de 2017 no Colégio Estadual Rocha Pombo situado na cidade de Capanema, Paraná, no período vespertino. Com o intuito de viabilizar as atividades sem prejuízo a outras atividades escolares, a oficina foi realizada no contraturno do período normal de aula. Os participantes foram estudantes da 3ª série do Ensino Médio, contando com a participação efetiva de 14 alunos, sendo 05 alunos do sexo masculino e 09 alunos do sexo feminino, com idade média de 16 anos. Todos os participantes já tinham um contato prévio com a disciplina de Física, cursada nos dois primeiros anos de ensino médio.

Como pode ser observado na Figura 1, as atividades relacionadas à produção de HQs sobre os conceitos abordados aconteceram no terceiro e no quarto encontro, tinham como objetivo retomar o conteúdo abordado anteriormente e identificar as temáticas que foram mais marcantes aos alunos. Além disso, a atividade contribui para o exercício da criatividade, pois instigou os alunos a apropriar-se do conteúdo trabalhado com outra forma de representação, composta por um enredo (escrita) e ilustrado com desenhos.

Rama et. al. (2004) trazem diversas sugestões sobre a utilização de metodologias de ensino com histórias em quadrinhos em sala de aula, apresentando diversos exemplos de como unir esse recurso didático a práticas docentes visando abordar diferentes conteúdos, em diferentes disciplinas de forma atraente e motivadora. Neste mesmo sentido, Araújo et al (2008) apresenta uma análise da importância e dos benefícios que este meio de comunicação pode trazer para a educação, ao serem inseridos como instrumento pedagógico. Já Chicóira e Camargo (2017) apresentam uma análise qualitativa da finalidade educacional atribuída às HQ para o Ensino de Física em produções acadêmicas publicadas em periódicos de divulgação na área de Educação em Ciências e em anais dos principais eventos da área entre 2001 e 2015. Os resultados sugerem que a utilização das HQ pode proporcionar benefícios para o ensino, necessitando, porém, que o professor defina seus objetivos e faça uma seleção criteriosa do material a ser utilizado.



**FIGURA 1.** Distribuição de conteúdo e formas de abordagem da oficina didática sobre semicondutores e suas aplicações tecnológicas.

Como as HQs são narrativas que contam histórias por meio de desenhos e diálogos e estão distribuídas em vários quadrinhos dispostos em sequência, podem ser utilizadas como estratégia de ensino, buscando promover discussões sobre diversos conteúdos em sala de aula. O uso deste tipo de atividade justifica-se no contexto da MMR, pois, através das HQs os alunos podem expressar-se de forma verbal e não verbal, possibilitando assim, dialogar com o conteúdo e gerar discussões através de uma forma lúdica, mobilizando diferentes modos e representações e, dessa forma, enriquecer o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, com a análise da narrativa, é possível avaliar o nível de compreensão e aprofundamento que o aluno obteve a partir de um determinado conteúdo (Chicórra, 2017, p. 02).

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme citado anteriormente, as atividades relacionadas à produção de HQs sobre os conceitos abordados aconteceram no terceiro e no quarto encontro, retomando os conteúdos já vistos e, permitindo que qualquer aspecto do conteúdo abordado durante a oficina possa ser usado na composição dos enredos.

Para a proposição das HQs os estudantes escolheram temáticas que mais lhes chamaram a atenção e, após a produção dessas histórias, a leitura do material produzido permitiu dividir as histórias em temáticas, agrupando as histórias em quadrinhos de acordo com o conteúdo que os alunos abordaram. Dentre os conteúdos abordados na oficina, quatro foram espontaneamente escolhidos pelos alunos para a criação de suas HQs e distribuídos conforme mostrado na tabela I.

**TABELA I.** Relação temática x quantidade de histórias em quadrinhos criadas pelos estudantes.

Tema	Temática	Quantidade
1	LED e suas utilizações.	2 histórias
2	Portadores de carga (elétrons e buracos), e processo de recombinação.	3 histórias
3	Condutores, isolantes e semicondutores.	4 histórias
4	Tecnologia do Silício.	2 histórias

A temática era de livre escolha e, além disso, o conteúdo das histórias, seus enredos e personagens também foram deixados a cargo da escolha dos alunos. No anexo I, quadros I a IV, apresentamos sínteses das histórias produzidas em cada temática.

Pode-se observar na figura 2 uma história representativa produzida sobre esta temática 2. Nesta HQs os poucos diálogos entre as personagens não discutem aspectos da Física. Os conceitos físicos aparecem na narrativa conduzida por um narrador, que parece ser um observador externo.

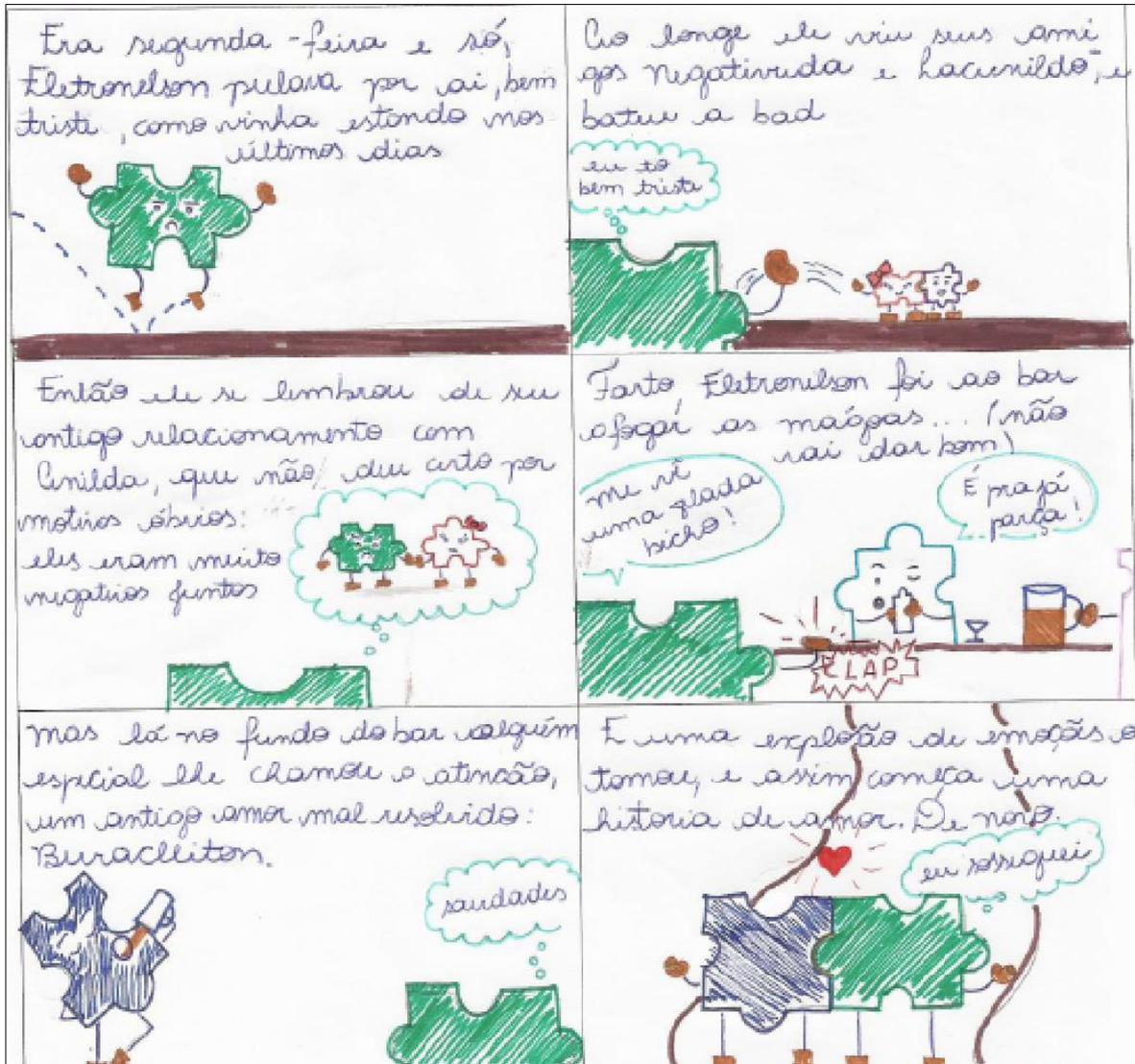


FIGURA 2. Amostra de história em quadrinhos produzida no âmbito da oficina didática.

Quando o aluno constrói uma história em quadrinhos pode desenvolver uma série de habilidades significativas em relação à aprendizagem dos conceitos abordados. Durante as atividades, observamos que a composição da HQs geralmente se iniciava com um levantamento de ideias relacionadas ao enredo que iria compor a história, trazendo elementos que foram abordados nos três primeiros encontros de oficina. Além da retomada de conteúdo, com a criação dos cenários e personagens que irão dar vida à história, a atividade contribuiu para a mobilização de habilidades de escrita e de composição visual.

Percebemos, com a análise das histórias em quadrinhos, que houve um envolvimento muito positivo por parte dos alunos, com o surgimento de histórias de diferentes níveis: algumas muito criativas, apresentando conexões entre os conceitos e conteúdos abordados, enquanto outras, que se limitavam a repetir argumentos sobre o conteúdo abordado. Seguindo o referencial dos MMR percebemos que o avanço conceitual dos alunos foi muito significativo, pois todos, de acordo com suas especificidades de aprendizagem, demonstraram em suas histórias, um enriquecimento conceitual importante em relação ao conhecimento observado no início da oficina.

Nesse sentido podemos dizer que a atividade contribuiu para a evolução conceitual, pois os alunos se utilizaram de conceitos abordados durante a oficina para a composição das histórias, formulação de enredo e criação dos personagens, ações estas que contribuem para a organização dos novos conceitos de maneira lógica e significativa para o estudante.

Além disso, a maioria das histórias citaram os meios de apresentação dos conceitos (vídeos, experimentos e textos) que foram trabalhados durante as atividades da oficina. Dessa forma, percebemos que as variadas representações (experimentos, vídeos e textos), associados aos diferentes modos de abordagem (atividades individuais, colaborativas e em grupos, momentos de discussão e socialização de ideias, etc.) contribuíram para a exploração de conceitos, pois, mesmo não sendo exigido, são citados pelos alunos para explicar o conteúdo pretendido na história em quadrinhos produzida. Isso nos mostra que as atividades programadas aconteceram de forma articulada, como parte da metodologia MMR empregada para o planejamento da oficina. A realização desta atividade de produção de HQs representou um marco importante do desenvolvimento da oficina e, mostrou-se uma atividade de rica aplicação didática, cumprindo com os objetivos e funções dos multimodos e das múltiplas representações.

#### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo expomos a atividade de produção de histórias em quadrinhos pelos participantes de uma oficina didática elaborada sob os pressupostos da estratégia de ensino de MMR para a abordagem do conteúdo de Semicondutores. A oficina foi implementada em uma instituição pública de Ensino Médio do Estado do Paraná-Brasil. A atividade de produção de HQs, efetuada na parte final da oficina, permitiu aos participantes expressar sua compreensão sobre o conteúdo estudado por meio das personagens construídas e suas falas, dos cenários elaborados e enredos propostos, associando assim diferentes formas de representação do conhecimento. O acompanhamento do processo de elaboração das HQs mostrou envolvimento dos participantes com a proposta da atividade, centrada na retomada de conceitos abordados e na discussão entre os participantes para a seleção dos itens a serem abordados nas histórias, seus personagens, cenários e enredos. Em relação ao conteúdo apresentado nas HQs, uma comparação entre os assuntos abordados e os conhecimentos prévios demonstrados no início da oficina fornece indícios de uma evolução conceitual dos participantes da oficina.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pelo financiamento, através do Programa de Bolsa de Demanda Social.

#### REFERENCIAS

- Ainsworth, S., Prain, V., Tytler, R. (2011). Drawing to Learn in Science. *Science*, 33(6046), 1096-1097.
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33 (2-3), 131-152.
- Araújo, G. C. de, Costa, M. A. da, Costa, E. B. da (2008). As histórias em quadrinhos na educação: possibilidades de um recurso didático-pedagógico. *A MARGem - Estudos*, 1(2), 26-36.
- Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. (2a ed.). Rio de Janeiro: Interamericana.
- Chicóra, T., Camargo S. (2017). As histórias em quadrinhos no Ensino de Física: uma análise das produções acadêmicas. Apresentado em XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, SC, Anais... Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC: ABRAPEC, 3 a 6 de julho de 2017, p.1-9.
- Corrêa, G. C. (1998). Oficina: apontando territórios possíveis em educação. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências da Educação – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Eco, H. (2016). *Tratado Geral da Semiótica*. (5a ed.). São Paulo: Estudos, Perspectiva S.A.
- Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas, a teoria na prática*. Porto Alegre: Artmed.
- Giehl, L.K., Zara, R.A. (2019). Oficina didática sobre semicondutores e suas aplicações sob a estratégia de abordagem multirrepresentacional. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(2), 169-185. Acessado em <https://fisica.ufmt.br/eenci-ajs/index.php/eenci/article/view/150/130>

Laburú, C. E., Barros, M. A., Silva, O. H., M. (2011). Multimodos e múltiplas Representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. *Revista Ciência e educação*. 17(2), 469-487. Acessado em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132011000200014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000200014&lng=en&nrm=iso)

Laburú, C. E.; Silva, O.E.M. (2011a). Multimodos e Múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 7-33.

Laburú, C. E., Silva, O.E.M. (2011b). O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. *Revista Ciência e Educação*, 17(3), 721-734.

Prain, V., Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, Acessado em <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690600718294?scroll=top&needAccess=true>.

Roos, B. M., Munhoz, A.V. (2015). O ensino por meio de oficinas. *Revista de Iniciação Científica da ULBRA*, 13, 198-204.

Souza, E. O. R. de e Vianna, D. M. (2020) "O USO DOS QUADRINHOS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA APROVADOS PELO PNLD/2015", *Imagens da Educação*, 10(1), p. 136-149. doi: 10.4025/imagenseduc.v10i1.46880.

Tsui, C.; Treagust, D.F. (2013) Introduction to Multiple Representations: Their Importance in Biology and Biological Education. *Science Education*. 7(1), 1-17.

## ANEXO I

## QUADRO I: Síntese das histórias produzidas sobre a temática 1 - HQ1 e HQ2.

Tema 1: LED e suas aplicações
<p><b>HQ1:</b> O objeto da HQs1 foi a escolha do tipo de lâmpada adequada para iluminação em uma residência. Através de um diálogo entre dois personagens (um menino e uma menina), o aluno abordou a aplicação dos LEDs na iluminação residencial, destacando as vantagens da utilização dessas lâmpadas em relação às lâmpadas incandescentes. A leitura da HQs sugere que o aluno baseou sua história no vídeo “Teste de Lâmpadas” assistido e discutido no segundo dia da oficina. A utilização de duas personagens na história, a menina e o menino, permitiu a condução do enredo através de um diálogo, com formulação de perguntas e elaboração de respostas pelos personagens.</p>
<p><b>HQ2:</b> O objeto da HQs2 é a apresentação de diferentes tipos de lâmpadas. A história em quadrinhos possui duas personagens (um menino e uma menina) que através de um diálogo conversam sobre os diversos tipos de lâmpadas, entre elas o LED. Através desse diálogo, as vantagens da utilização das lâmpadas de LED em relação a outros tipos de lâmpadas são apresentadas, com destaque para a durabilidade deste tipo de lâmpada. Também cita (porém sem explicar) o impacto ambiental e a preservação da natureza proporcionada pela utilização das lâmpadas de LED.</p>

Fonte: Os autores, 2018.

## QUADRO II. Síntese das histórias produzidas sobre a temática 2 - HQ1 a HQ3.

Tema 2 - Portadores de carga (elétrons e buracos), processo de recombinação.
<p><b>HQ1:</b> O objeto desta história é o relacionamento amoroso entre sujeitos eletricamente carregados; O aluno de uma forma bastante criativa abordou o conteúdo dos portadores de carga, elétrons e buracos. Através de uma história de amor, o aluno levantou a discussão de que, para que seja possível a recombinação entre pares, é necessário que os portadores de carga individuais tenham cargas elétricas opostas. Com isso, o aluno utilizou conceitos sobre a teoria dos portadores de carga e sobre o processo de recombinação de pares elétron-buraco. Embora seja uma história curta, a HQs é rica em personagens (não humanos) cujos nomes (Eletronelson, Negativuda, Lacunildo, Anilda e Buracleiton) remetem às suas propriedades físicas.</p>
<p><b>HQ2:</b> O objeto desta HQs é a história de amor entre sujeitos eletricamente carregados; Embora seja semelhante a HQs1, esta história possui o enredo diferente, desenvolvido com três personagens que representam partículas eletricamente carregadas: uma partícula negativa (elétron), duas de carga positiva (buracos). Na sequência de quadrinhos é desenvolvida uma história de amor entre sujeitos de cargas opostas. No enredo, o personagem que representa o elétron foi rejeitado, jogado no lixo por não ser mais útil, mais tarde, em outro momento, o elétron rejeitado encontra uma partícula de carga positiva (buraco) que também estava abandonado. Ambos se juntam, completando-se. Com isso, percebe-se que o conteúdo envolvido aborda os portadores de carga, e o processo de recombinação.</p>
<p><b>HQ3:</b> O objeto desta HQs também é a história de amor entre sujeitos eletricamente carregados. Esta história traz novamente um romance entre personagens de cargas opostas, porém abordada com ênfase na qualidade do relacionamento. Os portadores de carga são representados por personagens humanos: Cláudio e Janete (portadores negativos) e Estela (portador de carga positiva). O aluno aborda o conteúdo sobre os portadores de carga e o processo de recombinação, escrevendo sobre o bom entrosamento entre portadores de cargas de sinais opostos, que resulta, na recombinação, em contraste com a difícil relação entre personagens de cargas de mesmo sinal.</p>

## QUADRO III. Síntese das histórias produzidas sobre a temática 3 - HQ1 a HQ4

Tema 3 - Materiais condutores, isolantes e semicondutores.
<p><b>HQ1:</b> O objeto desta HQs é a discussão sobre os materiais condutores, isolantes e semicondutores. O autor além de diálogos entre personagens, se referiu claramente a duas atividades que foram propostas na oficina, o experimento manipulativo “Testando materiais” e o estudo do texto “Luzes do Novo Século”. No entanto, estas ideias não são apresentadas conectadas na história, ou seja, a sequência de quadrinhos pode ser dividida em duas partes (referentes a cada atividade) não conectadas entre si. Na primeira parte são usados dois personagens (dois meninos) que conversam sobre as propriedades de condução elétrica dos materiais (condutores e isolantes), durante a preparação para uma prova. A sequência de quadrinhos que envolve essas personagens apenas descreve (através de um diálogo) o experimento sobre condução elétrica feita durante a oficina e encerra-se neste ponto, quando uma segunda sequência de quadros começa a ser desenvolvida.</p>

Para o desenvolvimento da segunda parte da HQs, são usados três personagens: um menino, uma menina e um repórter (que funciona como um narrador externo, sem interação com outros personagens). Nesta segunda parte é abordado o LED como objeto formado por semicondutores.

**HQ2:** O objeto da HQs é o diálogo entre dois estudantes sobre o conteúdo: propriedades elétricas dos materiais condutores e isolantes;

A HQs possui dois estudantes como personagens e o enredo é desenvolvido através de um diálogo entre os dois meninos, num momento antes de realizarem uma prova. O diálogo aborda algumas características dos materiais condutores e isolantes, principalmente o fato de conduzirem ou não eletricidade.

**HQ3:** Esta HQs tem como objeto a aplicação dos materiais isolantes;

A terceira história nesta temática traz novamente a diferenciação entre materiais condutores e isolantes. No entanto, a discussão se dá em torno da escolha da matéria prima da janela da casa de uma senhora. O conteúdo é apresentado na forma de um diálogo entre um vendedor/fabricante de janelas e uma senhora que está contratando o serviço.

**HQ4:** O objeto desta HQs é a definição dos materiais condutores, isolantes e semicondutores;

A quarta história em quadrinhos nesta temática discute sobre as diferenças entre materiais condutores e isolantes, mas por um olhar diferente: através da explicação do comportamento de bandas de energia. O conteúdo abordado, através do diálogo entre dois meninos, versa sobre as propriedades elétricas dos materiais: condutores, isolantes e semicondutores. É a única HQs nesta temática que aborda características microscópicas da teoria da condução elétrica e a formação das bandas de energia. Além disso, a aluna cita os materiais semicondutores e, sua principal matéria prima, o silício.

#### QUADRO IV. Síntese das histórias produzidas sobre a temática 4 - HQ1 e HQ2.

**Tema 4:** Silício como material semiconductor

**HQ1:** O objeto desta HQs é a construção de um chip de material semiconductor.

Utilizando-se somente de desenhos, o aluno abordou o processo que ocorre para que a areia possa se tornar peça fundamental de um chip, desde a extração do Silício até a construção deste. O conteúdo abordado envolve o principal material semiconductor natural, o Silício, como origem da tecnologia dos semicondutores. O aluno não fez uso de linguagem oral (diálogos), mas, para se expressar, construiu uma sequência de desenhos, deixando claro sua intenção em representar a construção do chip e seu material de origem. Para a produção da HQs o aluno utilizou informações de um vídeo (“Da areia até o silício”) discutido durante a oficina.

**HQ2:** O objeto da HQs é a construção dos transistores a partir do silício;

A HQs possui dois personagens, aluno e sua professora, e aborda todo o processo de produção dos transistores, desde a obtenção do silício a partir de grãos de areia. Assim como no caso anterior, o conteúdo abordado envolve o Silício e suas propriedades, como origem da tecnologia dos semicondutores. Ficou visível também nesta história, a utilização do vídeo trabalhado em sala “Da areia até o silício”.