

OFICINA DIDÁTICA SOBRE SEMICONDUTORES E SUAS APLICAÇÕES SOB A ESTRATÉGIA DE ABORDAGEM MULTIRREPRESENTACIONAL

Didactic workshop about semiconductors and their applications under the strategy of multiple representations approach.

Leidi Katia Giehl [leidikatiagiehl@yahoo.com.br]
Reginaldo Aparecido Zara [reginaldo.zara@gmail.com]
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste
Foz do Iguaçu Paraná

Recebido em: 27/08/2018

Aceito em: 11/04/2019

Resumo

Os multimodos e múltiplas representações (MMR) apresentam-se como estratégia de ensino que visa contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, tendo como base de sustentação a Teoria de Vigotski. Esta estratégia permite explorar o potencial didático da exposição do aluno a diferentes formas de representação de um mesmo conceito ou processo científico. Neste artigo apresentamos a uma proposta de oficina construída sob os pressupostos da estratégia de ensino de MMR para a abordagem de um recorte do conteúdo de Física Moderna e Contemporânea associado ao conteúdo de Semicondutores e suas aplicações na tecnologia em nível de Ensino Médio. Além de detalhar as propostas de atividades multirrepresentacionais que compõem a oficina, relatamos também o desenvolvimento da oficina em uma instituição pública de Ensino Médio do Estado do Paraná, discutindo os resultados obtidos para a construção do conhecimento científico com base no modelo na evolução conceitual observada nos estudantes participantes.

Palavras-chave: Multimodos e Múltiplas Representações, Oficina didática, Evolução Conceitual

Abstract

The multimodes and multiple representations (MMR) are presented as a teaching strategy that aims to contribute to the improvement of the teaching and learning process, based on Vigotski Theory. This strategy allows to explore the didactic potential of the student's exposition to different forms of representation of the same concept or scientific process. In this article we present a proposal of a workshop built under the assumptions of the MMR teaching strategy to approach an issue of Modern and Contemporary Physics associated to Semiconductors and their applications in technology for High School level. In addition to detailing the proposals for multirepresentational activities that make up the workshop, we also report the development of the workshop in a public institution of High School in the State of Paraná, discussing the results obtained for the construction of scientific knowledge based on the model in the observed conceptual evolution participating students.

Keywords: Multimodes and Multiple Representations, Didactic Workshop, Conceptual Evolution

Introdução

Metodologias de ensino diferenciadas em relação à tradicional abordagem de giz e lousa podem propiciar ao estudante melhores condições para compreensão e a aprendizagem efetiva de conceitos e contribuir para o desenvolvimento das habilidades cognitivas (Ainsworth; Prain; Tytler, 2011). Nesse sentido, são comuns na literatura relatos de propostas e de uso uma variedade de estratégias de ensino para abordagem de diferentes assuntos, incluindo sequências didáticas, atividades investigativas, modelagem e simulação computacional, realização de experimentos (Garcia; Auth; Takahashi, 2016). Neste cenário, os multimodos e múltiplas representações (MMR) apresenta-se como uma estratégia de ensino que visa sugerir procedimentos metodológicos que possam contribuir para a melhoria o processo de ensino e aprendizagem, tendo como base de sustentação a Teoria de Vigotski (Vigotski, 2003, Laburú, 2013). Embora a estratégia de abordagem multi-representacional tenha sido usada originalmente para o ensino com auxílio de computadores ou outras mídias informatizadas, seus conceitos foram rapidamente estendidos a outras áreas de conhecimento, sendo encontrados relatos deste tipo de abordagem no ensino de Química, Física, Matemática e Biologia (Tsui, Treagust, 2013). Atualmente a investigação científica em MMR está voltada para a pesquisa em educação científica e busca contribuir para o fornecimento de subsídios para a otimização do processo de aprendizagem dos conceitos científicos.

A estratégia de ensino baseada na MMR consiste em expor o estudante a diferentes modos de representação dos conceitos, sejam escritos na forma de textos discursivos, poéticos ou gráficos, imagéticos como diagramas, fotografias ou vídeos, cinestésicos como a exposição a sons, luzes, calor ou vibração, ou mesmo combinações de diferentes representações. Prain e Waldrip (2006, p. 1844) apontam como múltiplas representações a prática de representar um mesmo conceito ou processo científico em diferentes formas. A expectativa é que o ensino por meio de multimodos e múltiplas representações possa proporcionar aos alunos um leque de oportunidades para construir o conceito científico pretendido e a expressão deste conhecimento através da utilização de diferentes formas de representações. Ressaltamos que o uso de diferentes representações na abordagem de conteúdos curriculares em sala de aula não é novidade no campo educacional, porém, sem exploração sistemática de suas potencialidades.

Segundo LABURU; BARROS; SILVA (2011), o ensino por meio de MMR possibilita realçar os conceitos estudados, tendo em vista que quando um assunto é trabalhado usando diversas formas de representação pode levar a uma aprendizagem mais consistente. Para estes autores, 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 que o entendimento de um único conceito poderá se dar de diferentes formas, não dependendo de uma abordagem específica.

Neste artigo apresentamos uma proposta de oficina construída sob os pressupostos da estratégia de ensino de MMR para a abordagem de um recorte do conteúdo de Física Moderna e Contemporânea associado ao conteúdo de Semicondutores e suas aplicações na tecnologia, em nível de Ensino Médio. Além de detalhar as propostas de atividades multirrepresentacionais que compõem a oficina, descrevemos também o desenvolvimento desta oficina junto a uma instituição pública de Ensino Médio do Estado do Paraná, discutindo os resultados obtidos para a construção do conhecimento científico como base na evolução conceitual observada nos estudantes participantes.

Os Multimodos e Múltiplas Representações e suas Principais funções para o ensino

Múltiplas representações podem ser encontradas em grande parte dos objetos e ambientes de aprendizagem. Nos materiais didáticos, fotografias são utilizadas como ilustrações dos textos e

desenhos explicativos e diagramas contribuem para a compreensão do significado do texto. Em ambientes informatizados, pode-se encontrar recursos educacionais que mesclam texto, imagem e som para a representação de um mesmo conceito ou processo.

De acordo com Laburú e Silva (2011, p. 07), a produção e transmissão de conhecimento científico pode ser vinculada ao emprego de diversas representações e modos de comunicá-las, sendo que 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 conhecimento (Eco, 2016; Ausubel et al. 1980).

Ainsworth (1999, p. 134), considera que as múltiplas representações possuem três funções principais:

1. Complementar: uma representação pode complementar outra, sendo que a soma de representações pode ser bastante positiva. Além disso, ao trabalhar com atividades que se complementam, os alunos ficam menos propensos a terem seu estudo limitado a somente um tipo de representação;
2. Restringir: ao trabalhar com mais de uma representação pode-se aproveitar a segunda para refinar, direcionar a interpretação da primeira, que sozinha poderia não atingir o objetivo perseguido;
3. Construir: construindo uma representação mais profunda, podendo gerar a abstração, relação e extensão do conteúdo estudado.

Além disso, LABURU e SILVA (2011, p. 20a) acrescentam mais duas funções: os multimodos e múltiplas representações contribuem para o atendimento às particularidades dos estudantes, e também, possibilita a manifestação emocional que cada estudante possui com o conhecimento. Como Gardner (1995, p. 05) cita, a capacidade do intelecto humano é plural, dotado de várias inteligências que se manifestam de formas diferentes para cada indivíduo, sendo que, como nem todas as pessoas têm os mesmos interesses e habilidades, também não aprendem da mesma forma.

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 eficácia para aprimorar a elaboração de ideias de um aluno em particular, auxiliando-o a ultrapassar obstáculos conceituais de representações mais abstratas (LABURU; SILVA, 2011, p. 18a). “Um modo representacional é capaz, então, de se comportar tal qual um “andaime conceitual”, ao prover um apoio auxiliar para o sujeito construir o conceito almejado, assistindo-o na elaboração de novas representações” (LABURÚ; SILVA, 2011, p. 19a).

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 (LABURU; 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).

Metodologia

Forma de Abordagem

Conforme citado anteriormente, escolhemos abordar o conteúdo sobre semicondutores utilizando a estratégia de multimodos e múltiplas representações através da organização de uma oficina didática. Ao trabalhar com oficinas abre-se a possibilidade de abordar o conteúdo de uma forma mais inventiva (ROSS; 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).

A oficina é uma modalidade didática diretamente ligada à ação, onde teoria e prática se mesclam formando uma unidade, dinamizando o processo de ensino e aprendizagem (VIEIRA; VOLQUIND, 2002, p. 11). Com isso, a consonância entre teoria e prática é implementada através de uma oficina de ensino para a qual a teoria surge como uma necessidade para esclarecer as observações feitas na prática (VIEIRA; VOLQUIND, 2002, p. 12). Neste caso, a partir das indagações e questionamentos sobre o funcionamento de aparelhos eletrônicos é proposto o estudo das propriedades elétricas dos materiais semicondutores e suas aplicações tecnológicas. A expectativa é que, trabalhando o conteúdo através de oficinas utilizando a estratégia de MMR, se possa criar elementos para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, valendo-se das variadas atividades, formas de leitura e observação dos fenômenos relacionados ao conteúdo proposto.

Seleção e Elaboração do material

A estratégia multirrepresentacional foi utilizada para a construção, organização e desenvolvimento da oficina didática. Para a organização da oficina foi necessário selecionar material bibliográfico a partir de diversas referências sobre o conteúdo específico e 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 e 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 para a oficina.

A oficina foi então organizada tendo como tema as propriedades elétricas dos materiais semicondutores e suas aplicações na tecnologia, tendo como estratégia de trabalho os multimodos e múltiplas representações (MMR) para abordagem do conteúdo específico pertinente. Todas as atividades foram planejadas segundo os princípios e funções dos MMR e de acordo com o tempo disponibilizado, o espaço disponível e o público alvo. Porém, cabe destacar que, durante a execução da oficina, algumas atividades foram adaptadas de acordo com os conhecimentos prévios dos alunos, seus avanços e limitações.

No Quadro 1, apresentamos uma síntese da programação da oficina didática, organizada em quatro encontros de 4 horas. O Quadro 1 fornece uma visão geral dos tipos de representações adotadas para a exploração do conteúdo e da forma de produção de material pelos participantes.

Quadro 1: Conteúdos e atividades aplicadas para cada encontro da oficina

Oficina	Conteúdo Previsto	Atividades
1	Propriedades elétricas dos materiais: condutores e isolantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade diagnóstica 1; • Vídeo: “Impacto dos semicondutores na economia”; • Circuito virtual; • Construção do circuito; • Ficha de atividade;
2	Semicondutores, diodos, aplicações: LED.	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa mental; • Texto: “Luzes do novo século”; • Vídeo: “Da areia ao silício”; • Vídeo: “Dopagem – Telecurso 2000”; • Vídeo: “Teste de lâmpadas”; • Elaboração de Painel Ilustrativo.
3	Semicondutores, transistores, aplicações: células fotovoltaicas e computação.	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa mental; • Vídeo: “Semicondutores”; • Experimento demonstrativo “O LED e as células fotovoltaicas”; • Vídeo: “Transistores”; • Manuseio de peças do computador; • Construção de história quadrinhos; • Construção de um vídeo (tutorial) pelos alunos.
4	Semicondutores e suas aplicações tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação: história em quadrinhos e vídeo; • Jogo de perguntas e respostas; • Atividade diagnóstica 2 (AD2).

Fonte: Os autores, 2018.

Quanto à organização e condução dos encontros podem-se observar dois momentos de protagonismo:

- **Protagonismo do Ministrante:** O ministrante conduz as atividades propondo, para cada momento da oficina, atividades adequadas aos objetivos da investigação sobre o objeto de estudo, porém, busca atuar como um mediador da produção do conhecimento. Nesse sentido, seu protagonismo refere-se às proposições das atividades, estimulando os alunos para a execução das atividades.
- **Protagonismo dos alunos:** Os alunos são instigados a assumir papel ativo na discussão a partir do material proposto pelo ministrante e de suas próprias experiências. Espera-se que, este papel ativo, seja refletido na execução das atividades e explicitado nas diferentes formas de representações eleitas pelos alunos para expressarem os conceitos. Nos momentos de protagonismo dos alunos é feita a coleta de dados, recolhendo o material por eles produzido, os quais podem ser escritos, visuais ou verbais.

A partir do tema específico sobre Semicondutores e suas aplicações na tecnologia e, considerando a viabilidade da abordagem através dos MMR, estabeleceram-se os conteúdos essenciais a serem discutidos ao longo dos encontros, distribuindo diferentes assuntos nos quatro encontros, tendo em vista as representações envolvidas nas atividades programadas para cada conteúdo, conforme detalhado nos Quadros 2 a 5.

O primeiro encontro da oficina tem como objeto de estudo as propriedades elétricas dos materiais e sua classificação como condutores ou isolantes. Para isso, podem ser vistos no Quadro 2 as atividades previstas para investigar o objeto de estudo, bem como os diferentes tipos de representações sugeridos.

Quadro 2. Detalhamento das atividades para o primeiro encontro da oficina

Momento da oficina	Conteúdo	Atividade	Objetivo da atividade	Tipo de representação/ tempo
Introdução.	Propriedades elétricas dos materiais.	Atividade diagnóstica1 (AD1).	Levantamento de conhecimentos prévios sobre o conteúdo a ser abordado nas oficinas.	Leitura, escrita e visual. 30 min.
Introdução ao conteúdo/ motivação.	Semicondutores e sua influência na economia.	Vídeo: “Impacto dos semicondutores na economia” disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=IWJ7SJ5CuCw	Motivação: Mostrar aos alunos que os semicondutores são materiais que possuem aplicações tecnológicas e econômicas, tendo como exemplo o caso do Rio Grande do Sul.	Visual. 15 min.
Aprofundamento teórico.	Propriedades elétricas dos materiais: níveis de energia, bandas de energia, corrente elétrica; condutores e isolantes.	Apresentação de slides e circuito virtual. Circuito virtual disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/	Trabalhar conceitos a partir de imagens e do circuito virtual, a fim de criar uma base conceitual para compreender, nos próximos momentos, o conteúdo de semicondutores e suas aplicações na tecnologia.	Visual e experimental. 30 min.
Aprofundamento teórico.	Condutores e isolantes.	Construção de um circuito para testar a condução elétrica dos materiais.	Revisar os conceitos que foram vistos a partir da construção de um circuito, para assim, testar a condução elétrica dos materiais	Ação Manipulativa e experimental. 25 min.

			(condutores e isolantes).	
Aprofundamento teórico.	Condutores e isolantes.	Elaboração de uma Ficha de atividade do experimento, relatando os conceitos teóricos envolvidos e os passos metodológicos envolvidos na experimentação.	Cada grupo deve preencher sua ficha de atividade e, apresentar suas respostas para a turma, tendo como referência os aspectos conceituais, metodológicos bem como asserções de conhecimento e de valor.	Expressão escrita e oral. 20 min.
Fechamento da oficina.	Propriedades elétricas dos materiais.	Mapa mental.	Revisar os conceitos que foram trabalhados por meio de um mapa mental, retomando e discutindo dúvidas do que pudesse ter ficado pouco claro.	15 min.

Fonte: Os autores, 2018.

De acordo com seu momento de protagonismo, o material sugerido pelo ministrante para as atividades, envolveu as seguintes representações:

- Escrita: Atividade diagnóstica 1; Ficha de atividade;
- Visual: Apresentação de Vídeos e Slides;
- Experimental: Montagem de circuito para classificação dos materiais como isolante ou condutores e simulação de circuitos usando aplicativo computacional. A atividade experimental desta parte da pesquisa foi composta por duas etapas. Primeiramente foi trabalhado com uma simulação computacional chamado PheT Interactive Simulations – um software que possibilita a realização de simulações interativas, disponível no endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Essa atividade tinha como objetivo introduzir o conteúdo propriedades elétricas dos materiais condutores e isolantes a partir da construção de mini circuitos virtuais. A segunda parte da atividade experimental foi a construção de circuitos elétricos pelos alunos. A turma foi dividida em grupos e cada grupo recebeu um kit de materiais necessários para construir um circuito elétrico (como pilhas, fios elétricos, lâmpada de LED, fita isolante e diversos objetos produzidos por diferentes materiais) após isso cada grupo deveria fazer o teste de condutividade dos materiais e com isso preencher uma ficha de atividade. Esta ficha de atividade foi produzida a partir das questões do diagrama V de Gowin (2005) buscando trazer asserções de valor e conhecimento para a atividade.

No momento de protagonismo dos alunos, o material por eles produzido, envolveu as seguintes representações:

- Escrita: Preenchimento da atividade diagnóstica 1 – Produção de material escrito com respostas de uma série de questões propostas pelo ministrante;
- Experimental: Ficha de Atividade sobre o experimento (construção de um circuito simples) para testar a condutividade dos materiais (condutores e isolantes) – Produção de texto sobre a experiência efetuada, contemplando assim, diferentes aspectos (objetivos, metodologia, forma de registro de dados, conclusões e asserções de valor).

O segundo encontro trata da introdução aos Semicondutores, diodos e aplicações, com ênfase aos LEDs. A sugestão para organização deste encontro é mostrada no Quadro 3.

Quadro 3. Detalhamento das atividades para o segundo encontro da oficina

Momento da oficina	Conteúdo	Atividade	Objetivo da atividade	Tipo de Representação/ tempo
Introdução.	Retomada da oficina anterior.	Construção de mapa mental paralela com os alunos.	Retomar o que foi trabalhado na oficina anterior.	Visual, escrita e oral. 10 min
Estudo do conteúdo.	Semicondutores e suas aplicações.	Leitura do texto: “Luzes do novo século”.	Conhecer uma das aplicações dos semicondutores: Os LEDs e sua utilização.	Leitura. 15 min.
Estudo do conteúdo.	Semicondutores e suas aplicações.	Construção de desenho sobre o texto, apresentação dos desenhos e montagem de painel juntando todos os desenhos feitos pela turma.	Trabalhar as aplicações dos semicondutores a partir de desenhos fazendo uma discussão com a turma em geral.	Expressão escrita, visual, oral e ação manipulativa. 20 min.
Estudo do conteúdo.	Semicondutores, silício, semicondutores dopados, junção p-n, diodo.	Vídeo: “Da areia ao silício” disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Q5paWn7bFg4	Trabalhar os semicondutores desde a sua matéria prima. O vídeo demonstra passo a passo a fabricação do silício.	Visual. 15 min.
Estudo do conteúdo.	Semicondutores, silício, semicondutores dopados, junção p-n, diodo.	Vídeo: “Dopagem – Telecurso 2000”.	Retomar os conceitos que foram trabalhados a partir do vídeo, ilustrar a partir de exemplos os conceitos trabalhados.	Visual. 15 min.

Estudo do conteúdo.	Diodo; Diodo emissor de luz (LED) Lâmpada comum x lâmpada de led.	Vídeo: “Teste de lâmpadas” disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=qtsYcq-u3J0&t=141s	O vídeo mostra, através de uma linguagem dinâmica, a comparação entre os tipos de lâmpadas, dando ênfase à lâmpada de LED.	Visual. 30 min.
Fechamento da oficina.	Retomada de conteúdo.	História em quadrinhos; Construção pelos alunos.	Retomada dos conteúdos que foram trabalhados até o momento, através da criação de uma história em quadrinhos.	Escrita, manipulativa e visual. 30 min.

Fonte: Os autores, 2018.

Neste encontro, o material sugerido pelo ministrante para o desenvolvimento das atividades envolve as seguintes representações:

- Escrita: Leitura de um texto; mapa mental; desenhos;
- Visual: Apresentação de vídeos.

Já o material produzido pelos participantes envolve as representações:

- Escrita: Construção de painel ilustrativo, elaboração de desenhos sobre o texto;
- Manipulativa: Produção de uma história em quadrinhos envolvendo os conceitos abordados;
- Expressão oral: Discussão sobre os assuntos abordados;
- Visual: Apresentação das histórias em quadrinhos, construção de um painel a partir dos desenhos de cada grupo.

O terceiro encontro aprofunda os conceitos sobre Semicondutores, com ênfase nas aplicações como diodos, transistores, células fotovoltaicas e aplicações na computação. Este encontro é detalhado no Quadro 4.

Quadro 4. Detalhamento das atividades para o terceiro encontro da oficina

Momento da oficina	Conteúdo	Atividade	Objetivo da atividade	Tipo de Representação / tempo
Introdução.	Retomada do conteúdo da oficina anterior.	Mapa mental.	Apresentação e discussão de mapa mental contendo os conceitos que foram trabalhados na oficina anterior.	Visual e Expressão oral. 10 min.

Introdução.	Semicondutores.	Vídeo: Semicondutores disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=HmvppRT9nm4&t=244s	O vídeo mostra uma explicação sobre os semicondutores e suas aplicações tecnológicas, mais especificamente da computação, por meio de uma linguagem dinâmica.	Visual. 20 min.
Estudo do conteúdo: aplicações.	Aplicações: Os semicondutores e a energia solar.	Experimento demonstrativo: Experimento demonstrativo “O LED e as células fotovoltaicas”.	Demonstrar aos alunos como os semicondutores são utilizados na fabricação das placas fotovoltaicas.	Visual e ação manipulativa. 20 min.
Estudo de conteúdo.	Transistores.	Vídeo: “Transistores” disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=IcrBqCFLHIY .	Apresentar explicações referentes aos transistores, possibilitando a ligação com conceitos que já foram trabalhados nas oficinas.	Visual. 30 min.
Estudo do conteúdo.	Aplicação: Da válvula ao circuito integrado; Informação e computadores.	Manuseio de peças do computador.	Além da explicação teórica através de slides e imagens foi disponibilizada, aos alunos, uma placa mãe de um computador para que consigam visualizar os elementos e os transistores como parte integrante.	Visual e manipulativa. 25 min.
Fechamento da oficina.	Retomada do conteúdo: Aplicações – LED e transistores.	Construção de um vídeo (tutorial) pelos alunos, eles falam sobre os conteúdos estudados e as aplicações tecnológicas.	Proposta de que os alunos, com base no conteúdo de Aplicações dos semicondutores, produzam vídeos podendo-se utilizar das atividades que foram feitas	Expressão oral e corporal, escrita e ação manipulativa. 30 min.

			durante as oficinas.	
--	--	--	----------------------	--

Fonte: Os autores, 2018.

No terceiro encontro, o material sugerido pelo ministrante para as atividades envolve as seguintes representações:

- Escrita: Mapa mental; produção de texto;
- Visual: Apresentação de vídeos;
- Experimental: Experimento demonstrativo e manipulativo. Esta atividade tinha como objetivo demonstrar aos alunos como os semicondutores são utilizados na fabricação das placas fotovoltaicas. Este experimento foi baseado no livro: ALVES, E. G. e FORTINI, A. S. Usando um LED como fonte de energia. Física na Escola, v. 9, maio de 2008, p. 26-28, e também no link <http://www.conteudoseducar.com.br/conteudos/arquivos/2982.pdf>.
- Ação manipulativa: manipulação e observação de componentes eletrônicos.

O material produzido pelos alunos envolve as representações:

- Escrita: Construção de mapa mental; Organização de pauta para produção de vídeos;
- Manipulativa: Manipulação de peças de computador para observações dos componentes eletrônicos e reconhecimento dos dispositivos baseados em semicondutores;
- Expressão oral e corporal: Produção de vídeos pelos alunos a partir dos assuntos abordados.

O quarto encontro tem como foco os Semicondutores e suas aplicações tecnológicas sendo as atividades programadas para este encontro detalhadas no Quadro 5.

Quadro 5. Detalhamento das atividades para o quarto encontro da oficina

Momento da oficina	Conteúdo	Atividade	Objetivo da atividade	Tipo de Representação/ tempo
Introdução.	Semicondutores e suas aplicações.	Apresentação dos produtos que foram construídos nas oficinas: histórias em quadrinhos e vídeos.	Socializar com todos os alunos os materiais que foram construídos, além disso, por meio da apresentação foi feita a revisão de conceitos que foram abordados nos materiais.	Expressão oral, visual. 30 min.
Fechamento.	Propriedades elétricas dos materiais: Semicondutores e suas aplicações tecnológicas.	Jogo de perguntas e respostas.	Revisar o conteúdo e criar uma situação de brincadeira entre os alunos.	Visual, expressão oral e corporal. 30 min.
Fechamento.	Propriedades elétricas dos materiais: Semicondutores e suas aplicações tecnológicas.	Atividade diagnóstica 2 (AD2) A AD2 constituiu-se de uma avaliação com perguntas descritivas, objetivas, e de desenhos.	Complementar todas as atividades realizadas a fim de visualizar a evolução conceitual dos estudantes.	Leitura, escrita e visual. 40 min.

Fechamento	Propriedades elétricas dos materiais: Semicondutores e suas aplicações tecnológicas.	Panorama da AD1 com AD2.	Diálogo sobre as avaliações feitas nas oficinas, discutir sobre as evoluções percebidas no decorrer das atividades.	Expressão oral e visual. 15 min.
Fechamento.	Aplicação da oficina, nenhum conteúdo específico em questão.	Pesquisa de opinião.	Visualizar a opinião dos estudantes sobre todas as atividades que foram construídas, suas preferências em relação às representações trabalhadas, além de sugestões e críticas relativas às oficinas.	Leitura e escrita. 20 min.

Fonte: Os autores, 2018.

Neste encontro o material sugerido pelo ministrante para o desenvolvimento das atividades envolve as seguintes representações:

- Escrita: Mapa mental, produção de texto, atividade diagnóstica 2, avaliação da oficina;
- Manipulativa e oral: Apresentação dos materiais produzidos;
- Expressão oral e corporal: Jogos de perguntas e respostas, conversas e discussões sobre os conceitos abordados ao longo da oficina;

O material produzido pelos participantes envolve as representações:

- Escrita: Construção de mapa mental; Preenchimento da atividade diagnóstica 2; Respostas ao questionário de avaliação da oficina.
- Expressão oral e corporal: Participação no Jogo de perguntas e respostas; participação nas discussões.
- Visual: Observação e avaliação dos materiais produzidos;

Desenvolvimento da oficina e discussão de resultados

Desenvolvimento da Oficina e coleta de dados

A oficina descrita nas seções anteriores foi desenvolvida no período de junho e julho de 2017 no Colégio Estadual Rocha Pombo situado na cidade de Capanema, Paraná, no período vespertino, em contra turno do período normal de aula. Os alunos que participaram das oficinas são estudantes da 3ª série do Ensino Médio. Houve a participação efetiva de 14 alunos, sendo 04 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.

Os materiais produzidos pelos participantes foram coletados para fins de análise das atividades propostas. Conforme descrito na Seção de detalhamento da oficina os dados coletados referem-se a material escrito na forma de textos, questionários, diagramas, desenhos e vídeos. Considerando a diversidade de material para processar, neste texto damos ênfase na análise de conteúdo (Bardin, 1977) do material das avaliações diagnósticas (AD1 e AD2) e nos baseamos no modelo de Evolução Conceitual de Posner et al. (1982) para avaliação da efetividade da oficina para a apresentação do conteúdo físico.

Análise de dados

O material referente às atividades diagnósticas (AD1 e AD2) foram analisados com o objetivo de avaliar a efetividade da estratégia multirrepresentacional para a discussão do conteúdo a ser abordado durante a oficina. Inicialmente, o conteúdo de cada AD foi observado individualmente, questão a questão. O estudo dos dados por meio da análise de conteúdo foi utilizada principalmente no momento de leitura do material coletado, baseando-se nas etapas propostas por Bardin (1977) e citado por (SILVA; FOSSÁ, 2015). Inicialmente se faz uma pré-análise, fazendo a escolha do material e uma leitura geral, após isso inicia-se a exploração do material onde as atividades são recortadas em unidades de registro para posteriormente fazer um diagnóstico comparativo de todo o material.

Em seguida, foi efetuada uma confrontação entre os aspectos observados em cada uma delas. Esta confrontação está relacionada com a questão da ocorrência de evolução conceitual. O Modelo de Evolução Conceitual foi utilizado baseando-se nos avanços observados no decorrer da oficina e após a oficina, definindo níveis que pudessem ser caracterizados por avanços em sua evolução conceitual sobre o estudo do conteúdo proposto. O modelo de Evolução Conceitual se baseia na reestruturação de um conjunto de ideias sob o impacto de novas ideias ou de novas informações (CARMO, 2005, p. 24). Pensando no contexto do ensino dos conteúdos em Física é necessária a busca pela mudança conceitual do estudante, ou seja, a transformação dos conhecimentos do senso comum em conhecimentos científicos mais elaborados, havendo assim, progresso científico no processo de aquisição do conhecimento (ARRUDA; VILLANI, 94, p. 89).

A partir disso, com base no trabalho de Camargo Filho (2014) estabeleceu-se categorias de compreensão conceitual sobre um assunto, organizadas em quatro graus ou níveis de conhecimento conforme indicado no Quadro 6.

Quadro 6. Análise de dados por meio do Modelo de Mudança Conceitual

Categoria de compreensão conceitual	Nível	Critério
Compreensão Científica	4	Demonstra em sua resposta compreensão científica sobre o conteúdo em questão.
Científica com fragmentos alternativos.	3	Apresenta em sua resposta pontos importantes sobre o conceito científico, mas ainda ampara-se em concepções alternativas.
Alternativa com fragmentos científicos.	2	Traz no desenvolvimento de sua resposta principalmente concepções alternativas, mas, em alguns pontos cita fragmentos científicos.
Fragmentos alternativos, noções ingênuas.	1	Inclui em sua resposta fragmentos alternativos que conflitam com a compreensão científica, trazendo discussões ingênuas no que se refere ao estudo dos conceitos em questão.

Fonte: Os autores, 2018.

A análise de dados aqui descrita, construída considerando as categorias de compreensão em seus diferentes níveis, baseia-se em responder a seguinte pergunta: Houve evolução conceitual dos estudantes sobre o conteúdo proposto na oficina? Para apresentamos a análise das atividades diagnósticas 1 e 2, apresentando os objetivos estabelecidos e o desenvolvimento dos alunos na resolução das questões. Apresentamos também um quadro comparativo entre as avaliações na busca por indícios que permitam avaliar se houve evolução conceitual dos estudantes sobre os conceitos presentes nas questões da AD1 e AD2.

A AD1 foi a primeira atividade relativa ao conteúdo desenvolvida no primeiro encontro. O objetivo desta atividade era fazer um levantamento do conhecimento prévio dos estudantes a respeito dos assuntos a serem tratados ao longo da oficina. Esta atividade consistiu em uma série de quatro

questões apresentadas aos estudantes e que deveriam ser executadas de acordo com seus conhecimentos.

A atividade diagnóstica 2 (AD2) fez referência a conceitos e discussões que foram trabalhados nos quatro encontros da oficina, com o objetivo de retomar elementos importantes do conteúdo e, complementando as atividades que foram propostas na oficina, visualizar a evolução conceitual que os estudantes tiveram após a aplicação das atividades. Esta avaliação foi composta por seis questões que abrangeram o conteúdo de propriedades elétricas dos materiais, condutores, isolantes, semicondutores e suas aplicações.

Discussão

Para responder à questão que norteou a análise de dados desta pesquisa, buscamos um breve comparativo do desenvolvimento dos estudantes nas duas ADs, observando seus desempenhos nos conteúdos norteadores da oficina.

Quadro 7. Comparativo entre as respostas para a AD1 e AD2.

Conceito envolvido	AD1	AD2
Propriedades elétricas dos materiais: condutores, isolantes e semicondutores.	A maioria (75%) não classificou corretamente os materiais, além disso, os alunos demonstraram não conhecer as propriedades elétricas que definem os tipos de materiais.	87% dos alunos demonstrou compreender como se dá a disposição das bandas de energia em materiais condutores, isolantes e semicondutores, ou seja, as propriedades elétricas dos materiais.
Conhecimentos gerais sobre os semicondutores.	Nenhum aluno demonstrou conhecer os materiais semicondutores e suas propriedades.	87% demonstrou compreender a disposição das bandas de um material semicondutores; 87% demonstrou entender como ocorre o processo de dopagem; 97% identificou o silício como principal matéria prima para os materiais semicondutores.
Aplicações tecnológicas/ evolução tecnológica dos semicondutores.	12 alunos de um total de 20 sequer responderam a questão envolvida, o restante relatou pontos ingênuos quanto a evolução tecnológica que os semicondutores proporcionaram e suas aplicações.	87% dos alunos discorreram pontos importantes sobre o conteúdo em questão, demonstrando conhecimento sobre as contribuições que os semicondutores proporcionaram a tecnologia e suas aplicações.

Fonte: Os autores, 2018.

A Atividade Diagnóstica 1 trouxe elementos iniciais a respeito de todo o conteúdo trabalhado na oficina. No desenvolvimento da AD1 em algumas questões os estudantes sequer responderam alegando não conhecer nada sobre o assunto, como por exemplo nas aplicações tecnológicas dos semicondutores. Os estudantes que responderam demonstraram um conhecimento bastante superficial do assunto ou até mesmo apresentaram conceitos incorretos. Com isso, as atividades desenvolvidas na oficina tiveram que ser moldadas em um nível de profundidade que o grupo todo pudesse acompanhar, mas sem perda de rigor científico.

A Atividade Diagnóstica 2 abordou em suas questões todos os conteúdos que foram trabalhados na oficina, mas com um nível de profundidade maior. Primeiramente observou-se um maior envolvimento dos estudantes na resolução das questões: não deixaram questões em branco, e mais do que isso, relacionaram com as suas respostas atividades e vídeos que foram trabalhados na oficina, demonstrando assim que as representações trabalhadas contribuíram para a compreensão do

conteúdo. Além disso, constatou-se que os alunos tiveram uma significativa evolução conceitual da AD1 para a AD2 sobre os conteúdos que foram trabalhados na oficina.

A partir da análise das duas atividades diagnósticas estabeleceu-se níveis correspondentes às respostas dos estudantes nas questões das ADs. A aplicação destas atividades foi importante e nos trouxe informações muito úteis, tanto para observar os conhecimentos prévios dos alunos (que eram superficiais por vezes inexistentes), quanto para visualizar de forma geral a evolução conceitual, a partir do paralelo entre as duas atividades.

As informações da AD2 nos trouxeram indícios de que houve evolução conceitual dos estudantes, demonstradas a partir nos níveis de evolução conceitual, pois foram observados avanços do nível 1 (fragmentos alternativos, noções ingênuas) para o nível 3 (científico com fragmentos alternativos) na maioria dos casos, e em um caso houve o progresso do nível 1 para o nível 4 (compreensão científica).

A evolução conceitual a que nos referimos decorre do trabalho realizado, sendo resultado do conjunto de atividades que foram desenvolvidas no decorrer da oficina. Algumas atividades trouxeram conceitos iniciais (como a construção do circuito e do painel ilustrativo) e também, outras atividades como a construção da HQs serviam de produto final, ou retomada de conteúdo.

Todas as atividades foram desenvolvidas baseadas na estratégia de ensino dos multimodos e múltiplas representações. Para estas representações foram exploradas a leitura, a escrita, desenhos, fala e diálogo, vídeos, atividades experimentais e produção de vídeos que envolviam além da fala e da escrita uma gama de expressões por parte dos alunos. Em cada atividade desenvolvida percebia-se um avanço significativo da participação e também no desempenho dos alunos, tanto da parte conceitual quanto da parte do desempenho em utilizar as múltiplas representações. Assim, todas as atividades foram propostas do modo a contribuir para um processo contínuo de construção de conhecimento.

Considerações finais

O desenvolvimento dos estudantes durante a oficina foi muito positivo em todas as atividades, e de acordo com o que é preconizado nos conceitos teóricos dos multimodos e múltiplas representações. Além de complementar os conceitos, refinar sua interpretação e construir representações mais profundas, esta estratégia de ensino possibilita que as preferências e particularidades de cada aluno seja respeitada, e isso pode definir seu desempenho. Assim, a estratégia adotada proporcionou oportunidades para que todos os alunos se sentissem à vontade para desenvolverem seu estudo e expressarem suas ideias durante a oficina.

A partir da escolha do tema para a construção da oficina optou-se por trabalhar um recorte da Física Moderna e Contemporânea (FMC), buscando levar aos estudantes um conteúdo que muitas vezes passa despercebido e, no entanto, possui notável importância no desenvolvimento das tecnologias e da sociedade. A abordagem através de oficinas abre a possibilidade de trabalhar os conteúdos de forma mais aberta e inventiva. Observou-se na aplicação da oficina, um real interesse por parte dos alunos no estudo de temas desta área da Física, havendo inclusive relatos de que gostariam que houvesse mais oficinas deste tipo avançando neste estudo e conhecendo outros conteúdos da FMC.

Este trabalho busca trazer novos elementos para o ensino da Física, que possam levantar sugestões e discussões para novas estratégias de ensino que sejam capazes de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem. Sabemos que a Física é uma área que ainda enfrenta algumas dificuldades, como obstáculos por parte dos alunos que muitas vezes não conseguem trabalhar a mudança de representação que a mesma exige (teórico, cálculos, gráficos) e também pelas dificuldades estruturais que as escolas enfrentam. Este trabalho apresenta uma proposta de oficina

didática baseada nos fundamentos dos MMR como uma possibilidade adicional de abordagem para o ensino que possa trabalhar com trocas de representação, respeitando as particularidades dos alunos e que não necessite obrigatoriamente de laboratórios altamente equipados. A partir do desenvolvimento da produção e desenvolvimento desta oficina objetiva-se publicar as diversas atividades desenvolvidas e a proposta de conteúdo programático na forma de um produto educacional de uso livre.

Referências Bibliográficas

- Ainsworth, S.; Prain, V.; Tytler, R. (2011). Drawing to Learn in Science. *Revista Science*, 33(6046), 1096-1097.
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, Acesso em 10 de jul., 2015, http://web.ntnu.edu.tw/~699450216/shares/Zhong_Xiaolan/2011_11_23/%A6h%AD%AB%AA%E D%BCx%A4%E5%C4m/ainsworth.pdf.pdf.
- Arruda, S.M.; Villani, A. (1994). Mudança conceitual no ensino de ciências. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, 11(2), 88-99.
- Ausubel, D.; Novak, J.; Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. 70 ed. Lisboa: Presses Universitaires de France.
- Camargo Filho, P.S.(2014). *Estratégia de ensino multirrepresentacional aplicada para o desenvolvimento do conceito de medição*. 2014, 271p. Tese - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.
- Capecchi, M. C. V. M. (2004). Argumentação numa aula de Física. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. (pp. 59- 76). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Carmo, M.P. (2005). Um estudo sobre a evolução conceitual dos estudantes na construção de modelos explicativos relativos a conceitos de solução e o processo de dissolução. 2005, 195p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Química e Física Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Corrêa, G.C. (1998). *Oficina: apontando territórios possíveis em educação*. Florianópolis: 1998, 112p. 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*. 5 ed. São Paulo: Editora: Estudos, Perspectiva S.A.
- Garcia, N.M. D.; Auth, M. A.; Takahashi, E. K. *Enfrentamentos do Ensino de Física na Sociedade Contemporânea*. 01ed.São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016
- Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas, a teoria na prática*. Porto Alegre: Artmed.
- Laburú, C. E. Barros, M. A. Silva, O. H. Osmar. (2011). *Multimodos e Múltiplas Representações, Aprendizagem Significativa e Subjetividade: Três referenciais Conciliáveis da Educação Científica*. *Ciência e Educação*, Acesso em 20 de maio, 2016, http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/11874/art_BARROS_Multimodos_e_multiplas

_Representacoes_aprendizagem_significativa_e_2011.pdf;jsessionid=159E6BEE91FA77D3984D6EAE39A6496E?sequence=1.

Laburú, C. E.; Silva, O.E.M. (2011). Multimodos e Múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. *Investigações em Ensino de Ciências*, Acesso em 20 de maio, 2016, <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/244/170>.

Laburú, C. E.; Zompero, A. F; Barros, M. A. (2013). Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Acesso em 18 de fevereiro, 2017, <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/25352>.

Posner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W.; Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

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*, Acesso em 10 de fevereiro, 2015, <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.

Silva, A. H.; Fossá, M. I. T. (2015). Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. *Qualitas revista eletrônica*, Acesso em 12 de maio, 2017, <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/2113/1403>.

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

Vygotski, L. S. (2003). *Pensamento e linguagem*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes.