



II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



DIVERSIDADE REPRESENTACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA: TIPOS DE RACIOCÍNIO, MODELOS E APRENDIZAGEM

Dhymmi Samuel Vergennes¹

Carlos Eduardo Laburú²

Paulo Sérgio de Camargo Filho³

Osmar Henrique Moura da Silva⁴

1. INTRODUÇÃO

A ciência avança continuamente. Os pesquisadores produzem conhecimentos em diversos campos do saber por meio da geração e análise de conteúdo visual – de átomos até galáxias. A utilização de representações visuais para esse raciocínio implica em processos complexos, como o aprimoramento da resolução ou coloração artificial de imagens, o que evidencia até que ponto a pesquisa científica continua a integrar elementos linguísticos e matemáticos juntamente com ferramentas visuais cada vez mais sofisticadas (TYTLER; PRAIN; HUBBER; WALDRIP, 2013).

O progresso de ferramentas representacionais mostrou-se imprescindível para o florescer do pensamento científico, pois permitiu a combinação, a sobreposição, a transformação, a interpretação por escrito e a reprodução dessas ferramentas (LATOURET, 1986). Ou seja, além da emergência dos novos conhecimentos, novas formas para comunicá-los também surgiram.

Assim, inovadoras são as transformações significativas na maneira como os cientistas geram, validam e disseminam novos conhecimentos, além dos avanços na compreensão do papel das ferramentas representacionais na construção desses conhecimentos. Essas mudanças se tornaram alvo do interesse de educadores de disciplinas científicas, inclusive da componente curricular de física, devido ao papel das representações e do ato de representar no processo educacional científico.

Caso o leitor alegue que o uso de formas diferenciadas para se representar o conhecimento ao longo do processo de ensino, avaliação e aprendizagem de física não seja uma novidade, estará correto. No entanto, se argumenta em prol de uma pedagogia enfocada no trabalho representacional em sala de aula, ao se fomentar intencionalidade e reflexão na aplicação de desafios representacionais em sequências logicamente planejadas (TYTLER; PRAIN; HUBBER; WALDRIP, 2013).

Os elementos conceituais discutidos em apoio a utilização de multimodos e múltiplas representações no desenvolvimento de atividades instrucionais relativas a componente curricular de física, para o ensino médio, se mostra compatível com outras componentes curriculares pertinentes a área de ciências da natureza e suas tecnologias.

As reflexões propostas concernentes a construção do conhecimento escolar em sua íntima relação com o processo de construção do conhecimento científico pela via da diversidade representacional – ao se considerar aspectos relevantes

¹ Mestre. Universidade Estadual de Londrina. dhymmi.vergennes@escola.pr.gov.br

² Doutor. Universidade Estadual de Londrina. laburu@uel.br

³ Doutor. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. paulocamargo@utfpr.edu.br

⁴ Doutor. Universidade Estadual de Londrina. osmarh@uel.br



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



para uma aprendizagem de qualidade – se envolvem diretamente com as dimensões *processo* e *produto* comuns ao empreendimento científico.

Portanto, se propõe uma abordagem introdutória acerca dos impactos de uma diversidade representacional teoricamente orientada para a aprendizagem do estudante, em relação aos tipos de raciocínio empregados, ao uso de modelos para representar a realidade investigada e o processo de construção do conhecimento em física, assim como o próprio conteúdo desse conhecimento.

2. METODOLOGIA

O presente estudo, em estágio inicial de um programa de investigação mais amplo, se estrutura com base em uma abordagem qualitativa (FLICK, 2009), na qual se discute um conjunto de relações conceituais presentes em textos acadêmicos com o intuito de interpretá-las de acordo com o contexto e enfoque investigativo adotado.

De natureza aplicada (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010), tal pesquisa tem como propósito a geração de conhecimentos voltados para aplicações práticas, ao focar na resolução de problemas específicos e concretos. Desse modo, ressalta sua função vital para o progresso local e promoção de mudanças, ao aliar conhecimento e ação de maneira direcionada e efetiva.

Em uma perspectiva exploratória (GIL, 2008), se objetiva tratar um conjunto de conceituações intrínsecas ao emprego da multimodalidade representacional no processo de ensino, avaliação e aprendizagem, a fim de se articular ideias e conceitos, enquanto se vincula tal leitura às problemáticas enfrentadas em âmbito escolar, mais especificadamente, em relação a componente curricular de física.

O levantamento da literatura – em um procedimento bibliográfico (GIL, 2008) – foi desenvolvido em busca de materiais nos quais a construção de representações e a educação científica foram juntamente tratados. A elaboração das argumentações se embasa em uma análise crítica da bibliografia referenciada, combinada com inspirações derivadas de experiências vivenciadas no contexto curricular de física.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O reconhecimento acerca da importância de capacitar os estudantes a interpretar e criar representações que englobem conceitos, processos, afirmações e inovações científicas se intensifica. Nesse contexto, a representação abrange tanto os processos de conhecimento nesse domínio quanto o próprio conteúdo do conhecimento (TYTLER; PRAIN; HUBBER; WALDRIP, 2013).

Para se compreender a física, deve-se avançar para além do conhecimento de tópicos científicos. Os estudantes devem adquirir habilidades que os tornem aptos a interpretar, representar e avaliar afirmações científicas (NORRIS; PHILLIPS, 2003). Isso atribui um papel fundamental ao trabalho representacional na escola, relacionado ao processo de construção de representações no meio científico.

Aprender disciplinas científicas nas escolas deveria acarretar uma indução paralela as normas disciplinares (VYGOTSKY, 1981). É preciso que se compreenda o propósito e o uso dos letramentos específicos e genéricos na disciplina para construir e validar o conhecimento científico. Assim, se torna essencial aprender a alternar entre os diferentes modos de representação e coordená-los de maneira a gerar, testar e justificar explicações (DUVAL, 2009).



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



A participação em atividades autênticas por meio do uso de ferramentas representacionais é relevante para tornar os aprendizes proficientes nas diversas práticas de raciocínio em física (FORD; FORMAN, 2006). Nesse processo, eles se integram a uma comunidade de aprendizagem em que suas representações precisam ser explicadas, justificadas e, quando necessário, adaptadas com base no *feedback* do professor e/ou de seus pares (GREENO, 2009; KOZMA, 2003).

O desenvolvimento do raciocínio fundamentado em modelos se aprimora por meio de práticas investigativas. O processo de construção, crítica, teste e revisão de modelos, que surge a partir da exploração de tópicos científicos, emerge como um mecanismo essencial para impulsionar o crescimento conceitual dos estudantes (TYTLER; PRAIN; HUBBER; WALDRIP, 2013).

As representações são sempre parciais, seletivas e carregadas de valores e perspectivas, ao oferecer relatos abstratos e, por natureza, limitados dos seus referentes. Os estudantes precisam adquirir a habilidade de conferir significado a essas representações e identificar suas limitações, ao compreender seu contexto e possibilidades de uso (*Ibid.*).

A expressão "múltiplas representações" refere-se à capacidade do discurso científico em permitir a produção de retratações diversificadas de conceitos, fenômenos e procedimentos, em diferentes perspectivas e/ou em perspectivas gradativamente aprimoradas. Por sua vez, "multimodos" relaciona-se aos distintos processos de produção representacional, cada qual de natureza, propriedades e atributos próprios. No discurso científico, a sincronização de múltiplas modalidades para representar argumentos e evidências complexas envolve modos textuais, matemáticos e visuais para elucidar e justificar inovações (*Ibid.*).

Aprender a interpretar e produzir ambos aspectos do discurso científico é central. Tal foco na compreensão acerca da ciência como raciocínio e representação multimodal também se alinha aos princípios de uma pedagogia efetiva, na qual enfatiza-se uma atenção às demandas e preferências individuais de aprendizado, além de uma relação ativa com evidências e ideias (*Ibid.*).

A construção, negociação e avaliação representacional em ambientes autênticos, devem ser propiciados a fim de envolver mais profundamente os alunos em práticas de construção de conhecimento escolar em física, com base no conhecimento científico. Parte dos desafios conceituais identificados em diferentes tópicos de ensino são de natureza representacional (*Ibid.*).

Tal abordagem trata a "compreensão" como a capacidade de se utilizar as convenções representacionais inerentes ao campo da ciência para pensar e comunicar ideias em um perfil escolar. Portanto, se concentra no desenvolvimento de recursos representacionais e na tomada de consciência em relação ao papel das representações no processo de aprendizagem, ou seja, na construção dos conhecimentos discentes (*Ibid.*).

Conforme a perspectiva do trabalho representacional na educação, mais especificadamente, no ensino de física, estudos apontam para uma variedade de processos de raciocínio formal e informal (*Ibid.*). Isso implica no abandono de um foco exclusivo no raciocínio silogístico formal (dedução, indução, abdução) como principal recurso de raciocínio para o aprendizado de física.

O ato de "raciocinar" consiste em se pensar deliberativamente em vias de um processo coerente de avaliações e escolhas capazes de mobilizar o sujeito a manifestar determinados posicionamentos acerca de seus interesses. Durante a



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



resolução de um desafio representacional, se manifesta em diferentes momentos. Assim, existem diferentes propósitos para o raciocínio no campo científico (TYTLER; PRAIN; HUBBER; WALDRIP, 2013).

Uma aprendizagem efetiva em física pode ser alcançada ao se empregar o raciocínio formal e informal de maneiras complementares (REIF; LARKIN, 1991). A percepção, a linguagem e a representação são constituintes essenciais do raciocínio e da aprendizagem de física. O contexto do desafio representacional pode abrir uma variedade de processos de raciocínio formal e informal, pois a produção de raciocínio e conhecimento científico está associada ao uso contextual das ferramentas discursivas da ciência.

Além das cadeias de raciocínio indutivo, dedutivo e abdução comuns ao processo de geração de ideias, o processo de construção representacional envolve também formas de raciocínio visual e de outros tipos, que atuam em conjunto, mas distintos do raciocínio linguístico formal. Assim, precisam ser reconhecidos e caracterizados haja vista valorizá-los no processo instrucional de física (TYTLER; PRAIN; HUBBER; WALDRIP, 2013).

Construir representações exige atenção ao fenômeno que se representa. A necessidade de coordenar o referente e a representação demanda um processo de análise e síntese que esclareça os vínculos de relação. Após a produção de uma representação, sua apresentação pública oportuniza desafios, justificativas e discussões adicionais de ideias acerca do assunto. O raciocínio continua por meio de reivindicações conceituais, o que inclui o uso de recursos como a analogia, experimentos mentais e a menção de outros casos que de alguma forma corroborem ou justifiquem as ideias propostas.

Relatos do raciocínio baseado em modelos em salas de aula de ciências e na própria ciência desafiaram o domínio dos processos de raciocínio silogístico na escrita sobre educação científica e de relatos simplistas dos métodos da ciência (*Ibid.*). A construção e a modelagem representacional estão intimamente relacionadas. Assim, explorar os vínculos entre construção, interpretação e avaliação de modelos e da aprendizagem conceitual em física, implica na exploração das relações entre modelos e representações em geral.

O processo de modelagem envolve identificar a necessidade de um modelo, estabelecer o propósito para que serve, identificar uma fonte adequada da qual possa ser derivado e produzir a representação (*Ibid.*). Uma explicação completa de um sistema do mundo real, portanto, necessita de vários modelos. Como existem múltiplas maneiras para se explicar e/ou conceituar, modelos concorrentes ou rivais são possíveis (*Ibid.*). Assim, múltiplos formatos representacionais são empregados no raciocínio baseado em modelo.

Os modelos também atuam como uma ferramenta comunicativa nos casos em que os cientistas compartilham sua compreensão com a comunidade científica e o público, pois conectam a teoria ao mundo natural (LATOUR, 1986). Os alunos precisam gerar seus próprios modelos que são testados e avaliados juntamente com os modelos científicos introduzidos escolarmente.

Tal abordagem de investigação baseada em modelos contribui para o desenvolvimento de uma compreensão mais aprofundada acerca dos assuntos e habilidades científicas, assim como da natureza da ciência (TYTLER; PRAIN; HUBBER; WALDRIP, 2013). A geração de modelos deve surgir de uma necessidade



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



genuína de se explicar ou resolver um problema, e ser legítima como representação, e não apenas subordinada às versões canônicas.

4. CONCLUSÃO

Nessa breve discussão, reflexões envolveram como o processo de construção do conhecimento escolar se vincula com a produção do conhecimento científico por meio do trabalho representacional. Os estudantes e cientistas identificam problemáticas que para serem superadas demandam diferentes formas de raciocínio, em um processo de construção de modelos capazes de representar o mundo real, o que capacita o sujeito a propor e negociar ideias ao se basear em evidências, para então, gerar, testar e justificar relatos explicativos.

5. REFERÊNCIAS

DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano**: registros semióticos e aprendizagens intelectuais. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FORD, M.; FORMAN, E.A. Refining disciplinary learning in classroom contexts. **Review of Research in Education**, v.30, p.1-33, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GREENO, J. A Framework Bite on Contextualizing, Framing, and Positioning: A Companion to Son and Goldstone. **Cognition and Instruction**, v. 27, n. 3, p. 269-275, 2009.

KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. E. **Metodologia da pesquisa**: guia prático, Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KOZMA, R. The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. **Learning and Instruction**, v. 13, p. 205-226, 2003.

LATOUR, B. et al. **Visualisation and cognition**: Drawing things together. Knowledge and Society, 1986.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science education**, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

REIF, F., LARKIN, J. Cognition in scientific and everyday domains: Comparisons and learning implications. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 9, p. 733-760, 1991.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; HUBBER, P.; WALDRIP, B. **Constructing representations to learn in science**. Rotterdam: Sense Publishers, 2013.



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



VYGOTSKY, L. S. **Thought and language**. Cambridge: MIT press, 1981.