

## UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE METODOLOGIAS ATIVAS E O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

**Lucas Dellinghausen Saccol** [lucas\_saccol@hotmail.com]

*Mestrando pelo PPG em Educação Matemática e Ensino de Física – UFSM.*

*Campus Sede, 97105-900, Santa Maria, RS – Brasil.*

**Dioni Paulo Pastorio** [dionipastorio@hotmail.com]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.*

*Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

### Resumo

É apresentado alguns resultados iniciais de uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Física Moderna e Contemporânea articulada às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e as Metodologias Ativas (MA), encontrados nas obras de melhor avaliação, A1 e A2, no Qualis CAPES. A partir de 51 periódicos nacionais e internacionais, foram analisados 71 artigos. São predominantes as produções para o Ensino Médio (n=41), seguidas por (n=27) para o Ensino Superior. A pesquisa identificou (n=36) produções que utilizam simulações computacionais; (n=17) com MA; e (n=8) com modelos de sala de aula voltados a uma aprendizagem ativa e tecnológica. Em síntese, destacam-se não mais que (n=3) produções com MA na sala de aula do Ensino Médio brasileiro, e (n=2) no Ensino Superior brasileiro, indicando uma lacuna a ser preenchida.

**Palavras-chave:** Física Moderna e Contemporânea; Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC); Metodologias Ativas.

### INTRODUÇÃO

A pesquisa em Ensino de Física já concebe o Ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) como temática importante há bastante tempo, com muitas discussões e justificativas presentes na literatura (OSTERMANN; MOREIRA, 2000), em oposição a sua carência na escola básica, onde quase sempre é ignorada. Sendo assim, no contexto de uma pesquisa de mestrado em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Maria, temos a intenção de levar a FMC ao Ensino Médio (EM), não por caminhos metodológicos tradicionais – o ensino expositivo (conhecido como método tradicional), mas por meio de metodologias que colocam o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem, as Metodologias Ativas (MA). Ainda, na interface entre estes dois temas, encaixam-se as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), que não apenas contornam dificuldades da escola básica, como principalmente, oferecem novas possibilidades para ambos os temas (PASTORIO; FRAGOSO, 2022).

### METODOLOGIA

Em uma primeira etapa de nossa pesquisa, realizamos uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que nos proporciona um aporte para seu desenrolar, com uma perspectiva mais completa e atual do cenário de FMC no EM. Portanto, efetuamos uma RSL a fim de mapear e caracterizar como as TDIC e as MA vêm sendo utilizadas com a FMC, nas obras de melhor avaliação (A1 e A2) no Qualis CAPES, do quadriênio 2013-2016, na subárea de Ensino de Física. Resumidamente, após definição de descritores, critérios de inclusão e exclusão, chegamos a 111 artigos pré-selecionados que tratam da FMC com as TDIC.

Por conseguinte, foram realizadas a leitura de todas as produções, guiadas por 9 questões norteadoras construídas conforme nossos objetivos. Entre as já expostas intenções de nossa pesquisa, temos objetivos específicos como, por exemplo, identificar e caracterizar Objetos Educacionais Digitais (OED) (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010), como vídeos, simulações computacionais e hipermídias; assim como identificar indícios de um modelo de Aprendizagem Tecnológicas Ativa (ATA) (LEITE, 2018). Como referencial metodológico para uma análise qualitativa dos dados, utilizamos as cinco etapas de categorização de Robert Yin (2015), em um banco de dados final compreendido por 71 produções.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, apresentamos alguns recortes de nossos principais resultados da RSL, provenientes de 3 questões norteadoras. Essas questões: i) Que OED a produção apresenta? Quais são as estratégias de utilização? ii) Quais os principais resultados positivos da implementação das TDIC em atividades de FMC? iii) A produção apresenta alguma MA? Se sim, quais são e como são utilizadas?

Em vista disso, iniciando pelos resultados mais substanciais da questão i), verificamos 36 produções que apresentam simulações, seguidas por 20 produções com OED audiovisuais. Desenvolvendo em especial o resultado das simulações, ressaltamos que sua ampla utilização não expressa necessariamente que estão sendo empregues em detrimento ao laboratório tradicional, mas sim porque trazem novas alternativas e possibilidades ao Ensino de FMC com o uso de TDIC.

Indicando algumas destas alternativas e possibilidades encontradas no uso de simulações no contexto da FMC, elas mostram-se indispensáveis na abordagem de conteúdos como a Física de partículas, uma vez que um laboratório de tal assunto é inviável à educação básica. Ainda, as simulações, ao menos em um primeiro momento, podem facilitar a abordagem conceitual por suprimir entraves matemáticos, conforme orienta Terrazan (1992) e Fiolhais e Trindade (2003), quando trazem que “a promoção nos alunos da capacidade de prever qualitativamente o decorrer dos fenômenos é mais importante do que a manipulação de fórmulas ou de outras ferramentas formais.” (p. 263).

A segunda questão, identifica 3 categorias de pontos positivos: melhora de aprendizagem, motivação e substituição de materiais de laboratório, de uma totalidade de 44 pontos positivos identificados. Um exemplo de melhora de aprendizagem, pelo uso de uma TDIC, é apresentado por McKagan, Perkins e Wieman (2008), onde afirmam que as simulações do PhET<sup>39</sup> foram eficientes em fazer com que os estudantes usassem múltiplos modelos atômicos, e de forma explícita.

Por fim, a última questão aqui destacada identifica 19 menções às Metodologias Ativas, em 17 diferentes produções, conforme a tabela 1 abaixo:

**Tabela 01** - Identificação das Metodologias Ativas nos artigos da RSL.

Metodologia Ativa	Nº de Trabalhos
Instrução por Colegas (IpC)	9
Ensino por Investigação	7
Ensino sob Medida (EsM)	1
Três Momentos Pedagógicos (3MP)	1
Tarefas de <i>role-play</i>	1

Com isso, trataremos brevemente da Instrução por Colegas (IpC) (ARAÚJO; MAZUR, 2013), conhecida também como *Peer Instruction*, e do Ensino por Investigação (CARVALHO, 2013), que são as MA presentes nos principais resultados encontrados.

A IpC, consiste em uma metodologia onde o professor avança nas etapas de sala de aula, conforme resultados de testes conceituais respondidos individualmente pelos estudantes. Sucintamente, o professor faz uma breve exposição de um conteúdo, seguida por testes conceituais, e conforme os critérios: a) acima de 70% de acertos, faz comentários da questão e avança sua aula; b) abaixo de 30% de acertos, retorna à exposição inicial, de preferência modificada; c) entre 30% e 70% de acertos, é proposta a discussão em pequenos grupos de alunos sobre o conteúdo, onde entra a interação entres estudantes - princípio central da metodologia. Essa MA é bastante adaptável e flexível (características fundamentais de MA), e é encontrada nos artigos de nossa pesquisa na forma original da metodologia, após atividades de leitura, ou no uso de hiperfídias.

<sup>39</sup>O *Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulations* é um projeto de pesquisa da Universidade do Colorado que desenvolve simulações interativas livres, voltadas para educação em ciências e matemática.

O Ensino por Investigação é uma MA que se propõe a criar um ambiente investigativo em sala de aula, para que o aluno desenvolva não somente conceitos científicos, como também realize ações manipulativas, assim desenvolvendo conhecimentos de natureza procedimental e atitudinal, próprios do trabalho científico. O Ensino por Investigação pode ser modificado com o uso de OED, como as simulações, que trazem novas possibilidades e/ou limitações (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002) em relação a um experimento real. Por exemplo, o uso de simulações pode oferecer a instantânea mudança de variáveis, favorecendo o teste de hipóteses, em detrimento aos procedimentos do laboratório tradicional. Um dos principais resultados verificados com o ensino investigativo, foi seu uso em conjunto ao HYPATIA, um *applet* em Java, que disponibiliza dados reais do experimento ATLAS<sup>40</sup> do CERN<sup>41</sup>, com o tópico de Física de partículas. Esta articulação proporciona ao estudante investigar de forma similar aos cientistas, usando dados reais, de experimentos reais. Compreendemos que uma hipermídia tal como o HYPATIA, traz alternativas ao laboratório convencional, ao mesmo tempo que o Ensino por Investigação também ganha alternativas.

Ademais, em nossa categorização da questão iii) encontramos ao todo 14 produções que levam as MA à sala de aula, e como um dos resultados mais expressivos foi o reconhecimento de um modelo de Ensino de FMC em 8 destas produções, o qual é elaborado de acordo com a pesquisa na área, com ênfase em simulações e aprendizagem ativa.

Esse modelo de sala de aula transformada é baseado no *PER-based Design*<sup>42</sup> (MCKAGAN; PERKINS; WIEMAN, 2007), onde os autores transformaram o currículo de FMC de uma turma de engenharia da Universidade do Colorado, com Metodologias Ativas, e simulações do PhET especialmente desenvolvidas para a proposta. Em um excerto traduzido do próprio artigo:

Nós reformamos um curso de Física Moderna e Contemporânea de engenharia, implementando instrução por pares, encontros colaborativos de lição de casa, simulações interativas, e enfatizando aplicações no mundo real, entendimento conceitual, e desenvolvimento de raciocínio. (p. 4).

Logo, reparamos no trecho acima características constituintes de uma ATA, com o emprego da IpC, uso de simulações durante as aulas e lições de casa, além de ser fundamentado na pesquisa em Ensino da própria FMC.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma avaliação final das obras, percebemos um cenário muito aquém do esperado, posto que de 71 produções, somente 5 resultam em uma conjectura entre FMC, MA e TDIC no ensino nacional, sendo que 3 estão entre as 41 produções de nível médio, e 2 entre 27 de nível superior. Dessa forma, concluímos que a FMC articulada as TDIC está presente no EM, mais precisamente em 22 propostas aplicadas, ao mesmo tempo que compreendemos como insuficiente a presença das Metodologias Ativas na educação básica brasileira, a qual direciona nossa pesquisa.

Em suma, verificamos um intensivo uso de TDIC com a FMC, em especial as simulações computacionais; da mesma forma, as TDIC estão satisfatoriamente ligadas as Metodologias Ativas, criando novas alternativas às metodologias. Ainda, encontramos salas de aula totalmente transformadas com TDIC e MA, aportadas pela pesquisa em Ensino de FMC, no entanto distantes da realidade da escola básica brasileira.

---

<sup>40</sup> O ATLAS é um dos experimentos do Grande Detector de Hádrons do European Organization of Nuclear Research (CERN).

<sup>41</sup> European Organization for Nuclear Research (CERN), o maior laboratório de pesquisa de física de partículas do mundo.

<sup>42</sup> A sigla PER significa em inglês *Physics Education Research*, que em uma tradução livre significa pesquisa em Ensino de Física.

**REFERÊNCIAS**

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FIOLHAIS, C; TRINDADE, J. Física no Computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p.259-272, 2003.

LEITE, B. S. Aprendizagem Tecnológica Ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018.

MCKAGAN, S. B.; PERKINS, K. K.; WIEMAN, C. E. Reforming a Large Lecture Modern Physics Course for Engineering Majors Using a PER-based Design. In: **PERC PROCEEDINGS**, 2006 AIP, Melville, NY, 2007.

MCKAGAN, S. B; PERKINS, K. K.; WIEMAN, C. E. Why we should teach the Bohr model and how to teach it effectively. **Physical Review Special Topics, Physical Education Research**, 2008.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, 2002.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma Revisão Bibliográfica sobre a área de pesquisa de "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n.1, p. 23-48, 2000.

PASTORIO, D. P.; FRAGOSO, T. A. Investigação científica em sala de aula: uma análise dos problemas apresentados em uma atividade didática e as possibilidades para a abordagem didático-científica. **Revista Enseñanza de la Física**, Córdoba, v. 34, n. 1, p. 31-41, 2022.

TERRAZZAN, E. A. A Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, 1992.

YIN, R. K. **Qualitative research from Start to Finish**. 2 ed. New York: The Guilford Press, 2015.