

UM PANORAMA DAS VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA MUDANÇA INSTRUCIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

AN OVERVIEW OF THE VARIABLES INVOLVED IN INSTRUCTIONAL CHANGE IN PHYSICS EDUCATION

Ana Amélia Petter¹, Douglas Grando de Souza², Tobias Espinosa³, Ives Solano Araujo⁴

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ana.amelia@ufrgs.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, douglas.grando@ufrgs.br

³Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tobias.espinosa@ufrgs.br

⁴Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ives@if.ufrgs.br

Resumo

O Ensino de Física enfrenta desafios que demandam mudanças instrucionais, as quais são influenciadas por diversas variáveis. Este trabalho, de cunho exploratório, faz parte de uma pesquisa mais ampla sobre adoção e difusão de inovações didáticas. O objetivo é identificar as barreiras e condições para mudança instrucional presente em estudos da área de Ensino de Física. Para isso, realizamos uma revisão exploratória com auxílio de uma ferramenta de buscas baseada em inteligência artificial. Analisamos 19 artigos relevantes para o tema investigado. Os resultados indicam que variáveis como o apoio institucional aos professores e a formação pedagógica estabelecem condições propícias à mudança. Por outro lado, a infraestrutura institucional e as limitações de tempo para preparação de aulas dificultam a implementação dessas mudanças. Dentre as 17 categorias elaboradas para apresentar condições e/ou barreiras à mudança instrucional, destacamos uma delas que atua tanto como influência positiva quanto negativa: a percepção docente sobre ensino e aprendizagem. Esta pode justificar a resistência ou o interesse dos professores na mudança. Esperamos que este estudo possa auxiliar professores e pesquisadores, oferecendo *insights* que facilitem a mudança instrucional em diferentes contextos educacionais.

Palavras-chave: mudança instrucional; ensino de Física; barreiras; condições.

Abstract

Physics education faces challenges that demand instructional changes, which are influenced by various variables. This exploratory work is part of a broader research on the adoption and diffusion of didactic innovations. The goal is to identify barriers and conditions for instructional change present in studies in the field of Physics education. To achieve this, we conducted an exploratory review with the assistance of an artificial intelligence-based search tool. We analyzed 19 relevant articles to the investigated theme. The results indicate that variables such as institutional support for teachers and pedagogical training establish favorable conditions for change. On the other hand, institutional infrastructure and time constraints for lesson preparation hinder the implementation of these changes. Among the 17 categories developed to present conditions and/or barriers to instructional change, we highlight one that acts as both a

positive and negative influence: teachers' perceptions of teaching and learning. This can justify resistance or interest among teachers in change. We hope that this study can assist teachers and researchers by providing insights that facilitate instructional change in different educational contexts.

Keywords: instructional change; Physics education; barriers; conditions.

Introdução

É amplamente reconhecido que em diferentes esferas da Educação são demandadas transformações para alcançar mudanças que auxiliem a proporcionar melhores condições de aprendizagem. No Ensino de Física não é diferente. A comunidade acadêmica, em uma tentativa de promover tais mudanças na prática pedagógica, tem se empenhado para investigar e propor diferentes estratégias de ensino, como, por exemplo, a implementação de métodos ativos de ensino (MAZUR, 2015) e de atividades didáticas que incorporam a história e a filosofia da Ciência (LIMA e HEIDEMANN, 2023).

Nesse sentido, é importante identificar variáveis envolvidas na mudança instrucional para o ensino de Física, de modo a auxiliar possíveis adotantes a contornar as barreiras e fomentar condições para promover tais mudanças em sala de aula. Neste trabalho, nosso objetivo foi investigar trabalhos sobre mudança instrucional no Ensino de Física, para responder a seguinte questão de pesquisa: *Quais as principais variáveis que possíveis adotantes precisam ficar atentos para viabilizar a mudança instrucional em suas instituições de ensino?*

Metodologia

Este trabalho, de cunho exploratório, faz parte de uma pesquisa em desenvolvimento - sobre adoção de inovações didáticas - e teve por objetivo identificar as barreiras e condições para mudança instrucional presente em estudos da área de Ensino de Física. Para isso, realizamos uma busca pelo termo “*instructional change*” combinado com “*physics*” e posteriormente com “STEM” (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) no indexador de artigos acadêmicos *Semantic Scholar*¹. A escolha desses descritores de busca se deu por dois motivos: (i) a

¹ Essa busca foi realizada no *Research Rabbit*, uma plataforma online de pesquisa de artigos e autores com auxílio de uma inteligência artificial, disponível em: <https://www.researchrabbit.ai>. Nesta plataforma, optamos por incluir exclusivamente artigos científicos e trabalhos de eventos.

pesquisa sobre adoção de inovações educacionais é difícil de ser delineada devido a polissemia do termo “inovação” e a quantidade de trabalhos e temáticas abordadas (Petter *et al.*, no prelo; Tavares, 2019); e (ii) esses termos são utilizados pelo pesquisador estadunidense Charles Henderson, um dos pesquisadores mais citados em recente revisão da literatura (PETTER, 2021).

Com essa busca selecionamos 20 trabalhos a partir da leitura dos títulos e resumos, disponíveis em setembro de 2023. Considerando essa seleção, a plataforma utilizada apresenta referências similares e trabalhos recentes, através de análises de citações utilizando inteligência artificial. Analisamos as primeiras cinquenta referências similares e os primeiros dez trabalhos recentes, incluindo 14 outros estudos pertinentes à nossa revisão. Realizamos a leitura integral dos 34 artigos, excluindo 15 trabalhos por não conterem variáveis, barreiras e/ou condições, que influenciam a mudança instrucional. Todos os trabalhos selecionados tinham como foco disciplinas de Física ou STEM e Ciências, com dados coletados de professores de Física. Ao final deste processo, 19 artigos científicos de revista e de evento constituíram nosso *corpus* de análise.

Resultados e discussões

O Quadro 1² sintetiza as dez categorias elaboradas para representar as condições e barreiras à mudança instrucional identificadas nos 19 artigos analisados, além de outras sete categorias que refletem exclusivamente barreiras ou condições. Na segunda e terceira coluna desse quadro são apresentadas as referências e a quantidade de artigos que mencionam essas variáveis como facilitadores e obstáculos à mudança, respectivamente.

Em relação as categorias ilustradas no Quadro 1, torna-se evidente que as “percepções docentes sobre ensino e aprendizagem” desempenham um papel significativo, atuando tanto como obstáculo quanto como facilitador para mudança. Quando consideradas como barreira, essas percepções envolvem preocupações dos professores sobre a capacidade de cobrir o conteúdo básico da disciplina ou do curso (*e.g.*, MICHAEL, 2007), além de visões de que as aulas expositivas são eficazes (*e.g.*,

² Salientamos que a soma desses artigos pode exceder a quantidade de trabalhos analisados, uma vez que um único trabalho pode ter sido classificado em mais de uma categoria.

BORDA *et al.*, 2020), entre outros aspectos. Quando classificadas como condição, essas percepções envolvem: a insatisfação com as aulas baseadas em exposições orais e com os resultados de aprendizagem obtidos pelos estudantes (e.g., HENDERSON, 2004; YIK *et al.*, 2022a); o interesse em atividades interativas e em grupo (e.g., BATHGATE *et al.*, 2019); entre outras variáveis. Tais percepções se distribuem em um amplo espectro e podem representar uma explicação para resistência e interesse de cada docente à mudança instrucional. Afinal, as modificações das crenças e da compreensão dos princípios básicos são fundamentais para uma mudança instrucional duradoura (FULLAN, 2009).

Quadro 1: Categorias que representam condições e/ou barreiras à mudança instrucional e suas respectivas referências

Categoria	Referências de condição (quantidade de trabalhos)	Referências de barreira (quantidade de trabalhos)
Percepções docentes sobre ensino e aprendizagem	Bathgate et al. (2019); Henderson (2004); Henderson (2005); Lund e Stains (2015); Shadle, Marker e Offerdahl (2020); Walczyk, Ramsey e Zha (2007); Yik et al. (2022a); (n=7)	Bathgate et al. (2019); Borda et al. (2020); Henderson (2004); Henderson (2005); Henderson e Dancy (2007); Michael (2007); Shadle, Marker e Earl (2017); Turpen, Dancy e Henderson (2016); (n=8)
Suporte/apoio ao adotante	Bathgate et al. (2019); Benabentos et al. (2021); Henderson (2004); Henderson (2005); Henderson, Beach e Famiano (2009); Henderson, Beach e Finkelstein (2011); Sturtevant e Wheeler (2019); Walczyk, Ramsey e Zha (2007); Yik et al. (2022a); (n=9)	Henderson, Dancy e Niewiadomska-Bugaj (2012); (n=1)
Infraestrutura institucional	Benabentos et al. (2021); Yik et al. (2022b); (n=2)	Bathgate et al. (2019); Borda et al. (2020); Henderson e Dancy (2007); Michael (2007); Shadle, Marker e Earl (2017); Sturtevant e Wheeler (2019); (n=6)
Grau de reconhecimento dos esforços docentes para instrução pela instituição	Bathgate et al. (2019); Walczyk, Ramsey e Zha (2007); Yik et al. (2022a); Yik et al. (2022b); (n=4)	Bathgate et al. (2019); Michael (2007); Sturtevant e Wheeler (2019); (n=3)
Características docentes	Bathgate et al. (2019); Borda et al. (2020); Henderson (2004); Henderson (2005); Yik et al. (2022b); (n=5)	Bathgate et al. (2019); Henderson (2005); (n=2)
Normas e gestão institucional	Lund e Stains (2015); Mcconell, Montplaisir e Offerdahl (2020); Sturtevant e Wheeler (2019); (n=3)	Henderson e Dancy (2007); Shadle, Marker e Earl (2017); Walczyk, Ramsey e Zha (2007); (n=3)
Características ou atributos dos estudantes	Bathgate et al. (2019); (n=1)	Bathgate et al. (2019); Henderson e Dancy (2007); Michael, 2007; Shadle, Marker e Earl (2017); (n=4)

Categoria	Referências de condição (quantidade de trabalhos)	Referências de barreira (quantidade de trabalhos)
Cultura de aprendizagem vivenciada e experiência prévias com estratégias inovadoras	Turpen, Dancy e Henderson (2016); Yik et al. (2022a); Yik et al. (2022b); (n=3)	Michael (2007); Turpen, Dancy e Henderson (2016); (n=2)
Grau de conhecimento da estratégia a ser adotada	Borda et al., 2020; (n=1)	Henderson (2004); Henderson (2005); (n=2)
Receptividade institucional	Mcconell, Montplaisir e Offerdahl (2020); Yik et al. (2022b); (n=2)	Bathgate et al. (2019); (n=1)
Percepções docentes sobre discentes	-	Borda et al. (2020); Michael (2007); (n=2)
Tempo de preparação de materiais	-	Bathgate et al. (2019); Michael (2007); Sturtevant e Wheeler (2019); Turpen, Dancy e Henderson (2016); (n=4)
Carga horária	-	Bathgate et al. (2019); Henderson e Dancy (2007); Michael (2007); Shadle, Marker e Earl (2017); (n=4)
Expectativas divergentes entre pesquisadores e adotantes	-	Henderson, Beach e Finkelstein (2011); Henderson e Dancy (2008); (n=2)
Eficácia percebida da estratégia	Borda et al. (2020); (n=1)	-
Compatibilidade entre estratégia e recursos ou objetivos educacionais	Henderson, Beach e Finkelstein (2011); Shadle, Marker e Earl (2017); Turpen, Dancy e Henderson (2016); (n=3)	-
Formação pedagógica	Benabentos et al. (2021); Henderson (2004); Henderson (2005); Walczyk, Ramsey e Zha (2007); Yik et al. (2022a); Yik et al. (2022b); (n=6)	-

Fonte: Autoria própria (2023).

No que diz respeito ao “suporte/apoio ao adotante”, observa-se que este é um aspecto ao qual os pesquisadores de ensino de Física podem e devem promover ações que auxiliem na mudança instrucional. Dentre as ações ao alcance dos pesquisadores para contribuir com a mudança instrucional, incluem-se desde atividades específicas de suporte aos adotantes, como a disponibilização de materiais didáticos, ações formativas, como o cultivo de comunidades de prática, como já indicado em algumas revisões sobre inovação (e.g., PETER, 2021).

Assim como o suporte ao adotante se realçou como condição, as “características ou atributos dos estudantes” e a “infraestrutura institucional” se destacaram como barreiras à mudança instrucional. Dentre as características ou atributos dos estudantes identificados, podemos apontar a existência de variáveis relacionadas à resistência às atividades em grupo e à divergência de expectativas entre os estudantes. No que se refere à infraestrutura, observamos dificuldades de

mudança instrucional decorrentes, por exemplo, da quantidade de estudantes por turma e da escassez de recursos disponíveis (e.g., SHADLE; MARKER; EARL, 2017).

Foram desenvolvidas outras sete categorias destinadas a variáveis que os autores dos estudos analisados mencionaram apenas como condição ou barreira. Dentre essas categorias, destacam-se o “tempo de preparação de materiais” e a “carga horária” como elementos que podem dificultar a mudança instrucional (e.g., HENDERSON; DANCY, 2007), enquanto a “formação pedagógica” se destaca como um facilitador (e.g., WALCZYK; RAMSEY; ZHA, 2007). Em relação a esses elementos, entendemos que as ações de suporte ao adotante, mencionadas anteriormente, representam uma maneira de abordar e reduzir essas dificuldades percebidas, bem como de proporcionar atividades de formação pedagógica que auxiliem na mudança instrucional.

Consideramos importante justificar a inclusão da categoria “Eficácia percebida da estratégia”. Embora tenha sido mencionada em apenas um estudo (BORDA *et al.*, 2020), suas análises foram baseadas nas respostas de 316 docentes, dos quais mais de 90% concordaram com a afirmação do estudo que apontava a eficácia do ensino centrado no aluno para ensinar conceitos STEM para estudantes universitários.

Por fim, é possível identificar similaridades entre algumas das variáveis do nosso estudo. Por exemplo, as variáveis grau de reconhecimento dos esforços docentes para instrução pela instituição, normas e gestão, infraestrutura e receptividade institucional estão todas relacionadas à instituição e, portanto, passíveis de se tornarem compatíveis à mudança instrucional. Outras variáveis semelhantes e que merecem atenção dos pesquisadores da área para uma mudança instrucional duradoura estão relacionadas as características pessoais do professor e suas percepções e experiências de ensino e aprendizagem.

Considerações finais

A partir da análise dos estudos realizada neste trabalho foi possível identificar a importância de proporcionar condições, tais como infraestrutura institucional e suporte/apoio ao adotante, criando espaços mais favoráveis para os professores de Física que desejam realizar mudanças instrucionais. A ampla gama de variáveis identificadas e categorizadas neste estudo oferece *insights* valiosos para conceber e implementar estratégias destinadas a contornar ou superar essas barreiras e fomentar

condições para a mudança instrucional no Ensino de Física. Algumas das categorias identificadas podem fazer parte de ações de grupos de pesquisa dedicados à mudança instrucional no Ensino de Física. Contudo, é fundamental reconhecer que não há uma alternativa universal para todos os professores, uma vez que cada caso apresenta necessidades distintas, níveis variados de experiência e estilos individuais de ensino.

Referências

- BATHGATE, M. E.; ARAGÓN, O. R.; CAVANAGH, A. J.; et al. Perceived supports and evidence-based teaching in college STEM. **International Journal of STEM Education**, v. 6, n. 1, p. 11, 2019.
- BENABENTOS, R.; HAZARI, Z.; STANFORD, J. S.; et al. Measuring the implementation of student-centered teaching strategies in lower- and upper-division STEM courses. **Journal of Geoscience Education**, v. 69, n. 4, p. 342–356, 2021.
- BORDA, E.; SCHUMACHER, E.; HANLEY, D.; et al. Initial implementation of active learning strategies in large, lecture STEM courses: lessons learned from a multi-institutional, interdisciplinary STEM faculty development program. **International Journal of STEM Education**, v. 7, n. 1, p. 4, 2020.
- FULLAN, M. **O Significado da Mudança Educacional**. Tradução: Ronaldo Cataldo Costa. 4th ed. Penso, 2009.
- HENDERSON, C. Easier Said Than Done: A Case Study of Instructional Change Under the Best of Circumstances. In: **AIP Conference Proceedings**. Madison, Wisconsin (USA): AIP, 2004, v. 720, p. 165–168.
- HENDERSON, C. The challenges of instructional change under the best of circumstances: A case study of one college physics instructor. **American Journal of Physics**, v. 73, n. 8, p. 778–786, 2005.
- HENDERSON, C.; BEACH, A.; FAMIANO, M. Promoting instructional change via co-teaching. **American Journal of Physics**, v. 77, n. 3, p. 274–283, 2009.
- HENDERSON, C.; BEACH, A.; FINKELSTEIN, N. Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 48, n. 8, p. 952–984, 2011.
- HENDERSON, C.; DANCY, M. H. Barriers to the use of research-based instructional strategies: The influence of both individual and situational characteristics. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 3, n. 2, p. 020102, 2007.
- HENDERSON, C.; DANCY, M. H. Physics faculty and educational researchers: Divergent expectations as barriers to the diffusion of innovations. **American Journal of Physics**, v. 76, n. 1, p. 79–91, 2008.
- HENDERSON, C.; DANCY, M. H.; NIEWIADOMSKA-BUGAJ, M. Use of research-based instructional strategies in introductory physics: Where do faculty leave the innovation-decision process? **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 8, n. 2, p. 020104, 2012.

LIMA, N. W.; HEIDEMANN, L. A. Diferentes níveis de hipóteses científicas: uma proposta para discutir fatores epistêmicos e sociais das Ciências na formação de professores de Física a partir de fontes históricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, p. e20220330, 2023.

LUND, T. J.; STAINS, M. The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty. **International Journal of STEM Education**, v. 2, n. 1, p. 13, 2015.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. 1ed. Porto Alegre: Penso, 2015.

MCCONNELL, M.; MONTPLAISIR, L.; OFFERDAHL, E. G. A model of peer effects on instructor innovation adoption. **International Journal of STEM Education**, v. 7, n. 1, p. 53, 2020.

MICHAEL, J. Faculty Perceptions About Barriers to Active Learning. **College Teaching**, v. 55, n. 2, p. 42–47, 2007.

PETTER, A. A. **Inovação didática no Ensino de Física: um estudo sobre a adoção do método Peer Instruction pelos alunos de Mestrados Profissionais em Ensino no Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

PETTER, A.A.; SOUZA, D. G. de; ESPINOSA, T.; et al. Inovação em Educação: uma análise sistemática de revisões de literatura. **Revista Brasileira de Educação**, no prelo.

SHADLE, S. E.; MARKER, A.; EARL, B. Faculty drivers and barriers: laying the groundwork for undergraduate STEM education reform in academic departments. **International Journal of STEM Education**, v. 4, n. 1, p. 8, 2017.

STURTEVANT, H.; WHEELER, L. The STEM Faculty Instructional Barriers and Identity Survey (FIBIS): development and exploratory results. **International Journal of STEM Education**, v. 6, n. 1, p. 35, 2019.

TAVARES, F.G.O. O conceito de inovação em educação: uma revisão necessária. **Educação (UFSM)**, v. 44, 2019.

TURPEN, C.; DANCY, M.; HENDERSON, C. Perceived affordances and constraints regarding instructors' use of Peer Instruction: Implications for promoting instructional change. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 1, p. 010116, 2016.

WALCZYK, J. J.; RAMSEY, L. L.; ZHA, P. Obstacles to instructional innovation according to college science and mathematics faculty. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 1, p. 85–106, 2007.

YIK, B. J.; RAKER, J. R.; APKARIAN, N.; et al. Association of malleable factors with adoption of research-based instructional strategies in introductory chemistry, mathematics, and physics. **Frontiers in Education**, v. 7, p. 1016415, 2022a.

YIK, B. J.; RAKER, J. R.; APKARIAN, N.; et al. Evaluating the impact of malleable factors on percent time lecturing in gateway chemistry, mathematics, and physics courses. **International Journal of STEM Education**, v. 9, n. 1, p. 15, 2022b.