UMA EXPERIÊNCIA DE FORMAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DO TPACK DE FUTUROS PROFESSORES DE FÍSICA

A TRAINING EXPERIENCE FOR THE DEVELOPMENT OF THE TPACK OF FUTURE PHYSICS TEACHERS

Fernanda Battú e Gonçalo[1], Paulo José Sena dos Santos[2]

[1]UFSC/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/ nanda.unipampa@gmail.com

[2]UFSC/Departamento de Física/ paulo.sena@ufsc.br

Resumo

A inserção das tecnologias digitais na sala de aula provoca modificações tanto nas relações didáticas, quanto na prática docente. Porém, para alcançar o seu potencial torna-se necessário que a tecnologia seja integrada ao ensino. Um modelo teórico que propõe e discute a relação e integração simultânea do conteúdo, da pedagogia e da tecnologia é o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK). Este referencial fundamenta investigações e formações de professores em várias áreas do conhecimento. Assim, iniciamos uma pesquisa para identificar a construção e a evolução do TPACK para o uso de simulações no ensino de conceitos de física de um grupo de estudantes do Curso de Licenciatura em Física da UFSC nas disciplinas de Prática de Ensino de Física. Para realizarmos a investigação elaboramos uma sequência didática de 15 horas-aula fundamentada no modelo TPACK. Neste trabalho apresentaremos os resultados obtidos a partir de um questionário que buscou avaliar a evolução de alguns conhecimentos do professor segundo o modelo, segundo o modelo TPACK, após a realização da sequência na disciplina de Prática de Ensino de Física I. A análise quantitativa das respostas dos questionários aplicados no início e ao final da sequência apontou uma evolução para as variáveis TCK (estatística do teste de Wilcoxon $W = 0,0$; $p < 0,05$) e TPACK ($W = 6,5$; $p < 0,05$), e ausência de diferença estatística para as variáveis TK ($W = 15,5$; $p > 0,05$) e TPK ($W = 7,5$; $p > 0,05$). Estes resultados trouxeram evidências que uma formação fundamentada nos elementos anteriormente citados favorece a evolução do TPACK dos futuros professores, o que possibilita uma maior integração da tecnologia ao ensino.

Palavras-chave: TPACK, Simulações, Formação de Professores.

Abstract

The insertion of digital technologies in the classroom causes changes in both teaching relationships and teaching practice. However, to reach its potential it is necessary for technology to be integrated into teaching. A theoretical model that proposes and discusses the relationship and simultaneous integration of content, pedagogy and technology is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). This framework supports research and teacher training in various areas of knowledge. Thus, we began research to identify the construction and evolution of TPACK for the use of simulations in teaching physics concepts to a group of students from the Physics Degree Course at UFSC in Physics Teaching Practice subjects. To

carry out the investigation, we developed a didactic sequence of 15 class hours based on the TPACK model. In this work we will present the results obtained from a questionnaire that sought to evaluate the evolution of some teacher knowledge according to the model, according to the TPACK model, after completing the sequence in the Physics Teaching Practice I discipline. of the questionnaires applied at the beginning and end of the sequence showed an evolution for the variables TCK (Wilcoxon test statistic $W = 0,0$; $p < 0,05$) and TPACK ($W = 6,5$; $p < 0,05$), and absence of statistical difference for the variables TK ($W = 15,5$; $p > 0,05$) and TPK ($W = 7,5$; $p > 0,05$). These results provide evidence that training based on the previously mentioned elements favors the evolution of future teachers' TPACK, which allows for greater integration of technology into teaching.

Keywords: TPACK, Simulations, Teacher Training.

Introdução

Cada vez mais as pesquisas sobre o ensino em diversas áreas do conhecimento, e em particular a Física, apontam a necessidade da inserção das tecnologias digitais para auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, o que produz mudanças na prática docente e nas propostas pedagógicas.

Para Mishra e Koehler (2006) esta inserção nos ambientes educacionais não alcançará seu potencial se ocorrer somente como uma ferramenta didática. Segundo estes autores, os professores devem saber como integrar adequadamente a tecnologia no seu ensino e utilizá-la efetivamente para a promoção da aprendizagem dos estudantes. Nesta perspectiva, eles propuseram um modelo teórico conhecido como Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK) que propõe uma relação e integração simultânea entre as três bases de conhecimento: tecnologia, pedagogia e conteúdo.

Desde a sua proposição este modelo tem sido utilizado como base teórica em pesquisas, e como referencial para elaboração de propostas didáticas, na formação inicial e continuada de professores em diferentes áreas de conhecimento. Destacamos algumas pesquisas, na área da Matemática, que expandiram os entendimentos atuais sobre a natureza do TPACK para fornecer um aporte teórico-metodológico para pesquisas futuras (BUENO et al., 2023) e auxiliar os programas de formação a reorganizar seus currículos para o desenvolvimento deste conhecimento necessário nesta era digital (ENGIN et al., 2022).

Em relação à formação inicial de professores, Niess (2005) argumenta que o desafio está no desenvolvimento pelos futuros docentes de uma concepção do

conteúdo articulado com a tecnologia, ou seja, do ensino com a tecnologia. Para que isto aconteça, segundo a autora, os cursos de formação devem oferecer experiências com atividades para o estudante investigar, pensar, planejar, desenvolver e refletir, de modo que aprender a ensinar com tecnologia seja um processo construtivo e interativo, que considere: o conteúdo a ensinar, as características e contexto dos estudantes, as vantagens e limitações do uso da tecnologia.

Em relação ao seu uso como referencial para a formação inicial de professores em Física, Gonçalo e Santos (2023) realizaram uma revisão sistemática de literatura (nas bases de dados SciELO e Periódicos Capes) entre os anos de 2006 e 2021, e identificaram 10 pesquisas empíricas internacionais entre o período de 2019 e 2022 concentradas na Indonésia e países próximos, que utilizaram o modelo TPACK como base teórica nos programas de formação inicial ou continuada de professores de Física e como referencial para elaboração de propostas didáticas. Isso mostra que a área do ensino da Física ainda apresenta muitos espaços para pesquisas com o foco no desenvolvimento do TPACK, seja na formação inicial e/ou continuada.

Com base no exposto, iniciamos uma pesquisa, ainda em andamento, com o objetivo de caracterizar as manifestações da construção do TPACK de licenciandos do curso de Física da UFSC, durante tarefas que visam integrar, de modo articulado, os conhecimentos: do conteúdo, didáticos e tecnológicos.

Neste trabalho apresentamos uma avaliação estatística da evolução do TPACK a partir das respostas a questionários aplicados aos estudantes antes e depois de uma sequência didática, com duração de 15 h-a, realizada no semestre de 2023-1, na disciplina de Prática de Ensino de Física I do curso de Licenciatura em Física da UFSC, para a discussão sobre o uso de simulações para o ensino de conteúdos de mecânica e termodinâmica.

O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK)

O diagrama do modelo (figura 01) contempla círculos que envolvem as dimensões pedagógica, do conteúdo específico e tecnológica, além de suas diversas intersecções para expressar um saber que diferencia o conhecimento do professor de uma área específica, de especialistas em tecnologias ou profissionais

de educação ou ainda de cientistas. E, também, um círculo pontilhado que corresponde ao domínio do professor sobre o contexto em que desenvolve sua prática docente.

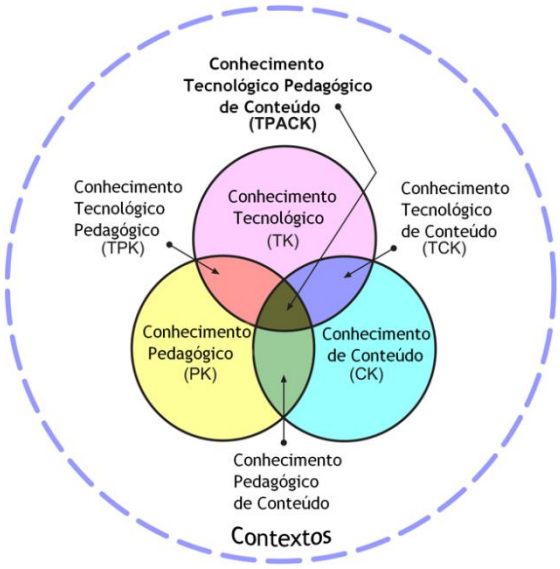

Figura 1: Modelo TPACK (fonte https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:TPACK_pt-BR.png)

Nesta base, o TPACK corresponde a uma estrutura relacional e dinâmica que pode ser articulada com diferentes domínios do conhecimento profissional do professor, seja para o seu conhecimento de como coordenar o uso de atividades para disciplinas específicas ou para representar tópicos específicos com o uso de tecnologias digitais para facilitar a aprendizagem dos estudantes.

A sequência didática

Na organização da condução e elaboração das atividades procuramos desenvolver situações que exigissem explorações e investigações, que estimulassem a autonomia e o protagonismo dos futuros professores em sua aprendizagem, momentos de reflexão e compartilhamento de conhecimentos.

Para estruturar o desenvolvimento da sequência utilizamos a Trajetória de Formação e Aprendizagem (TFA) (NIESS; GILLOW-WILLES, 2014) que contempla três etapas: (i) experiências iniciais; (ii) experiências de formação e aprendizagem; e (iii) experiências de formação.

Na primeira etapa procuramos despertar concepções sobre a integração da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem através da leitura, análise e debate de um artigo sobre o tema no ensino de Física. A etapa 2 contemplou tarefas

para a promoção do conhecimento tecnológico através da manipulação e uso de simulações da plataforma PhET. Finalmente, na última etapa os futuros professores planejaram: (i) uma aula de 90 minutos e (ii) um roteiro de atividade para o uso de uma simulação do PhET para o ensino e aprendizagem de um conceito de física. A síntese das atividades realizadas e seus principais objetivos pode ser vista no quadro 1.

Quadro 1: Síntese das atividades realizadas

Aula	Atividade(s)	Objetivo(s)	Elementos da atividade
01 (3 h-a)	Leitura, análise e discussão de um artigo.	1. Promover reflexões dos estudantes sobre a integração da tecnologia no ensino e aprendizagem; 2. Analisar como uma tecnologia pode ser integrada em uma atividade; 3. Discutir as concepções dos estudantes sobre a integração da tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem.	• Pensar • Investigar
02 (3 h-a)	1. Apresentação sobre a simulação no processo de ensino e aprendizagem. 2. Apresentação do PhET. 3. A integração de uma simulação no ensino de física.	1. Desenvolver o conhecimento tecnológico sobre simulações a partir da exploração do PhET; 2. Promover a reflexão dos estudantes sobre a integração da tecnologia, da pedagogia e do conteúdo.	• Investigar • Experimentar
03 (3 h-a)	Exploração do PhET e planejamento de uma aula com a simulação.	1. Desenvolver o conhecimento tecnológico a partir da exploração do PhET; 2. Desenvolver o TPACK dos estudantes.	• Experimentar • Planejar
04 (3 h-a)	Produção de um roteiro para uma atividade com a simulação.	Desenvolver o TPACK dos estudantes para a integração da simulação para o ensino de um conteúdo.	• Experimentar • Planejar
05 (3 h-a)	Apresentações dos estudantes.	Compartilhar ideias sobre a integração da simulação com o conteúdo e estratégias didáticas.	• Desenvolver • Refletir

Fonte: Os autores (2023)

Metodologia

Participaram desta pesquisa 12 licenciandos com idades entre 20 e 27 anos (média 22,5 +/- 1,97 anos). Seis estudantes se autodeclararam como pertencentes ao gênero masculino e seis do gênero feminino. Os participantes se encontravam em momentos distintos do curso, uma vez que alguns cursavam as disciplinas do terceiro semestre, enquanto outros cursavam disciplinas de fases mais avançadas.

Para avaliar a evolução dos conhecimentos da base antes e depois da sequência didática, entre outros instrumentos, os participantes responderam nestes

dois momentos a versão traduzida e adaptada por Rolando et al. (2018) do questionário TPACK Survey for Meaningful Learning.

O questionário é composto por 29 itens em escala Likert de 5 pontos (1 corresponde a nenhum momento, e 5 sempre) que avaliam os sete componentes da base de conhecimentos. Entretanto, em nossa pesquisa optamos avaliar as quatro dimensões relacionadas às atitudes e percepções referentes aos conhecimentos que envolvem explicitamente a tecnologia: TK, TPK, TCK e TPACK. Deste modo, o instrumento respondido pelos estudantes possuía 18 itens.

Na análise dos dados utilizamos o software estatístico Jamovi 2.3.21. Inicialmente realizamos a estatística descritiva. Devido ao tamanho da amostra para identificarmos a existência de diferença estatística entre as respostas dos participantes antes e depois da sequência didática optamos pelo teste de Wilcoxon, uma alternativa não paramétrica ao teste t de Student para amostras pareadas (SIEGEL; CASTELLAN Jr., 2006). Nestes tipos de testes as hipóteses são: (i) hipótese nula (H0) não existe diferença estatística no comportamento das variáveis antes e depois da participação na sequência; (ii) hipótese alternativa (H1) indica a existência de diferença estatística nas variáveis. Ao final do teste é informado o valor p. Se esta quantidade for maior ou igual a 0,05 a hipótese nula será considerada, caso contrário ela será descartada em favor da alternativa. Calculamos o tamanho do efeito através da correlação bisserial de ordens, pois fornece um indicativo sobre a magnitude da relação entre as variáveis investigadas. Sendo que, quanto mais próximo de 1,0 for o valor, maior é a intensidade do efeito.

A pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) CAAE (62450022.7.0000.0121).

Resultados e discussão

No quadro 2 apresentamos a análise descritiva das respostas dos estudantes para os itens referentes aos conhecimentos tecnológico (TK), tecnológico pedagógico (TPK), tecnológico do conteúdo (TCK) e do TPACK, antes e depois da aplicação da sequência didática.

Quadro 2 – Análise descritiva da base de conhecimentos.

	TK		**TPK**		**TCK**		**TPACK**	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois

Média	3,75	3,85	3,67	4,03	3,50	4,33	3,25	4,00
σ	0,77	0,71	0,90	0,62	0,90	0,62	0,98	0,75
Mediana	3,92	4,00	3,80	4,00	3,67	4,33	3,17	4,00

Fonte: Os autores (2023)

Os resultados (estatística do teste, valor p) e o tamanho do efeito podem ser observados no quadro 3.

Quadro 3 – Resultados do teste de Wilcoxon

Antes	Depois	Estatística	Valor p	Efeito
TK	TK	15,50	0,239	0,436
TPK	TPK	7,50	0,085	0,667
TCK	TCK	0,00	0,003	1,000
TPACK	TPACK	6,50	0,012	0,833

Fonte: Os autores (2023)

Os resultados indicam a inexistência de diferença estatística, na percepção dos participantes, dos conhecimentos tecnológico (TK) e pedagógico tecnológico (TPK), pois $p > 0,05$ para ambas as variáveis. Os tamanhos dos efeitos podem ser considerados médios. Em relação ao TK e ao TPK, cabe ressaltar que os itens do questionário não dizem respeito às competências e habilidades específicas para o uso da simulação, mas para o uso da tecnologia de maneira geral. Como a sequência discutiu especificamente o uso da simulação, não permitiu a exploração de outras tecnologias digitais.

Já para o TCK e o TPACK identificamos a existência de diferenças estatísticas ($p < 0,05$) na percepção dos estudantes antes e depois da sequência didática. Consideramos que a percepção da evolução do TCK pelos estudantes esteja relacionada ao fato das atividades possibilitarem a discussão sobre o uso de simulações para favorecer diferentes representações para as grandezas de interesse. Atribuímos à percepção da evolução do TPACK ao fato das atividades da sequência didática possibilitarem discussão, investigação, planejamento e reflexão de situações didáticas que utilizam simulações para o ensino de conceitos físicos.

Considerações finais

As respostas dos estudantes ao questionário apontaram, a não existência de diferenças estatísticas em relação ao TK e TPK antes e após a participação da sequência didática. Entretanto, indicaram a existência de diferenças no TCK e no TPACK, que podem estar relacionadas à forma como as atividades foram elaboradas, pois elas trouxeram momentos para os futuros professores: (i)

pensarem sobre como as tecnologias têm sido integradas no ensino; (ii) investigarem e experimentarem as ferramentas, as vantagens, as limitações e os desafios da simulação, como recurso educacional; (iii) planejarem e desenvolverem uma proposta pedagógica voltada para o uso da simulação no ensino dos conceitos; (iv) refletirem sobre como a simulação pode ser integrada no processo de ensino e aprendizagem.

Para o prosseguimento do trabalho estamos analisando as entrevistas realizadas com alguns participantes, e os planos de aula elaborados durante a disciplina. Estes primeiros resultados indicam a importância de atividades que permitem a investigação, planejamento e reflexão para a evolução do TPACK e uma maior integração da tecnologia no ensino de conceitos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

Referências

GONÇALO, F. B.; SANTOS, P. J. S. Explorando o conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo na formação docente de professores de física: uma revisão sistemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, p. 262 – 288, 2023.

BUENO, R. W. S.; NIESS, M. L.; ENGIN, R. A.; BALLEJO, C. C.; LIEBAN, D. Technological pedagogical content knowledge: exploring new perspectives. **Australasian Journal of educational Technology**, v. 39, n. 1, p. 88-105, 2023.

ENGIN, R. A.; KARAKUS, D.; NIESS, M. L. TPACK development model for pre-service mathematics teachers. **Education and Information Technologies**, v. 28, p. 4769-4794, 2023.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n.6, p. 1017 – 1054, 2006.

NIESS, M. L. Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. **Teaching and Teacher Education**, v. 21, n. 5, p. 509-523, 2005.

NIESS, M. L.; GILLOW-WILLES, H. Learning Trajectory for Transforming Teachers' Knowledge for Teaching Mathematics and Science With Digital Image and Video Technologies in an Online Learning Experience. **Journal of Digital Learning in Teacher Education**, v. 31, n. 1, p.5-17, 2014.

ROLANDO, L. G. R.; SALVADOR, D. F.; VASCONCELLOS, R. F. R. R.; DA LUZ, M. R. M. P. Evidências de Validade da Versão Adaptada para o Português do

Questionário TPACK Survey for Meaningful Learning. **Avaliação Psicológica**, v. 17, n.1, p. 37-47, 2018.

SIEGEL, S.; CASTELLAN Jr., N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2006.