

职前教师技术感知与 GAI 教学应用的关系

The Relationship between Pre-service Teachers' Technological Perception and GAI Teaching Application

张冰儿^{1*}, 马志强¹

¹ 江南大学 江苏“互联网+”研究基地

*1746317225@qq.com

【摘要】 本研究基于 TPACK 框架, 探讨职前教师技术感知与 GAI 教学应用的关系, 以及 GAI 应用效能感的中介作用。研究对象为已完成基本师范教育课程的专硕学生, 运用 PLS-SEM 分析。结果显示, 感知易用性和感知有用性对 GAI 效能感有显著正向影响, 但对行为意向直接影响不显著, 而是通过 GAI 效能感产生间接影响; 培训学习和 TPACK 水平对行为意向和 GAI 效能感均有显著影响, 但其通过 GAI 效能感对行为意向的间接影响不显著。研究结果部分与传统技术接受模型相悖, 揭示了技术接受过程的复杂性, 为理解职前教师 GAI 技术应用提供了新视角, 也为教育技术培训和应用策略的制定提供了理论依据。

【关键词】 职前教师; GAI 效能感; GAI 教学; TPACK

Abstract: This study is based on the TPACK framework to explore the relationship between pre-service teachers' technological perception and GAI teaching application, as well as the mediating role of GAI application efficacy. The research subjects are master's students who have completed the basic normal education courses, and PLS-SEM analysis is used. The results show that perceived ease of use and perceived usefulness have a significant positive impact on GAI efficacy, but their direct impact on behavioral intention is not significant. Instead, they have an indirect impact through GAI efficacy. Training and TPACK levels have a significant impact on both behavioral intention and GAI efficacy, but their indirect impact on behavioral intention through GAI efficacy is not significant. Some of the research results are contrary to the traditional technology acceptance model, revealing the complexity of the technology acceptance process. It provides a new perspective for understanding the application of GAI technology by pre-service teachers and also provides a theoretical basis for the formulation of educational technology training and application strategies.

Keywords: Pre-service teachers; GAI efficacy; GAI teaching; TPACK

1. 引言

生成式人工智能 (Generative Artificial Intelligence, GAI) 技术, 如 ChatGPT, 正在教育领域引发深刻变革。其在评估、预测学习成绩、智能辅导等方面的应用潜力巨大 (Bahroun et al., 2023; Crompton & Burke, 2023)。然而, 职前教师作为未来教育的主力军, 如何有效应用 GAI 技术仍是一个亟待研究的问题。职前教师的技术感知、自我效能感以及其教学实践中的技术整合能力, 直接影响 GAI 技术在教学中的应用效果。

基于 TPACK 框架, 本研究探讨职前教师的技术感知 (包括感知易用性和感知有用性)、培训学习、TPACK 水平以及 GAI 应用效能感对其 GAI 使用意向的影响机制。具体研究问题如下:

(1) TPACK、感知易用性、感知有用性、培训学习和 GAI 应用效能感如何影响职前教师的 GAI 使用意向?

(2) 这些因素之间是否存在复杂的中介效应? 其作用机制如何?

通过回答这些问题, 本研究旨在为职前教师的 GAI 技术培训和应用策略提供理论依据, 并为教育技术的推广提供新的视角。

2. 文献综述

2.1. GAI 教学应用的发展与挑战

随着自然语言处理(NLP)、长短期记忆网络(LSTM)、生成对抗网络(GANs)等新兴人工智能技术的不断涌现,生成式人工智能(GAI)技术应运而生。生成式人工智能是根据人类借助思维符号表征系统表达的提示(Prompts)自动生成内容的人工智能技术(Miao & Wayne, 2023)。近来,以 ChatGPT、DeepSeek 为代表的生成式人工智能技术蓬勃发展,为教育领域的变革注入了新的活力。

在教育领域,教师始终扮演着引导者和知识的传播者角色,而生成式人工智能技术提供了一种全新的工具,使教师能够更有效地履行这些职责。这项技术通过模拟人类的创造性思维过程,能够生成新的教学内容和方法,从而帮助教师更好地适应不断变化的教育需求和学生的学习习惯。因此,教师掌握生成式人工智能变得至关重要。

2.2. TPACK 在教育技术领域的作用

麦修和潘亚于 2006 年提出的“整合技术的学科教学知识框架(TPACK)”(Mishra, Koehler, 2006),拓展了舒尔曼(Shulman, 1986)对教师所需知识特征的定义,剖析了技术知识在信息化环境下教学中的重要作用。TPACK 是一种新兴的知识类型,它超越了单纯的学科内容知识,教学法知识和技术知识,并存在于这三种知识的动态交互关系中(Bruce, 1997)。近年来,TPACK 在学术界获得了广泛认可,并继续发展成为一个帮助研究人员、职前教师 and 在职教师思考和整合技术到教育中的构念,其目标是促进学生的学习,并将教育融入当前信息社会背景下的技术进步中。因此,我们提出以下假设:

H1: TPACK 水平对 GAI 效能感具有正向显著影响。

H2: TPACK 水平对行为意向具有正向显著影响。

2.3. 感知易用性与感知有用性

感知易用性(Perceived Ease of Use, PE)和感知有用性(Perceived Usefulness, PU)是技术接受模型(TAM)中的核心变量,直接影响用户对技术的接受程度(Davis, 1989)。对于职前教师而言,GAI 技术的易用性和有用性尤为重要。感知易用性指教师认为使用 GAI 技术的难易程度,而感知有用性则指教师认为 GAI 技术能否提升教学效果或减轻工作负担(张鹏等, 2024)。

研究表明,当 GAI 技术设计得直观且易于操作时,职前教师更容易接受并持续使用该技术,进而提升其自我效能感(Lu et al., 2024)。同时,感知有用性通过增强教师对技术实际益处的认知,直接影响其使用意向。基于此,提出以下假设:

H3: 感知易用性对 GAI 效能感具有正向显著影响。

H4: 感知易用性对行为意向具有正向显著影响。

H5: 感知有用性对 GAI 效能感具有正向显著影响。

H6: 感知有用性对行为意向具有正向显著影响。

2.4. 培训学习的作用

职前教师的 GAI 效能感是指他们对自己利用 GAI 技术进行教学的自信程度。这种自信程度受到个人成败经验、替代经验、言语劝说、情绪唤醒以及情境条件等多种因素的影响。通过培训学习,职前教师可以获得关于 GAI 技术的知识和技能,从而增强他们对使用 GAI 技术进行教学的自信。通过观察他人成功使用 GAI 技术的案例,职前教师能够提高自己的自我效能感。同时,培训中的正面反馈和鼓励可以作为一种言语劝说,专家和同行的积极反馈可以提高职前教师的自我效能感,使他们更有信心使用 GAI 技术,进一步增强职前教师的 GAI 效能感。

Cullen 等研究者发现,参加技术整合课程的职前教师在培训课程结束后表现出更高自我效能感,这表明通过提高自我效能感,培训学习能够有效地促进职前教师在未来教学中使用技术的能力(Cullen, Greene, 2011)。Langub 等研究者设计了既关注技术的发展,又注重教师在实

际教学中的技术应用能力的课程，确保了课程目标与实际教学需求相匹配，从而提高了职前教师的效能感(Langub, Lokey-Vega,2017)。因此，我们提出以下假设：

H7：培训学习对 GAI 效能感具有正向显著影响。

H8：培训学习对行为意向具有正向显著影响。

2.5. GAI 应用效能感

自我效能感(Self-efficacy)这一概念是美国著名心理学家阿尔伯特·班杜拉(Albert Bandura) 1977 年首次提出的。班杜拉在社会认知理论的框架下提出了自我效能感的概念，认为自我效能感是个体对自己能够利用所拥有的技能成功执行某项任务或达成某个目标的信心(Duane, 2002)。GAI 应用效能感是指个体对自己在利用 GAI 技术解决问题、完成任务和实现目标方面的信心和能力感知。这个概念源于社会认知理论中的自我效能感，即个体对自身能够成功执行特定任务的信念。具体而言，GAI 应用效能感体现在教师相信自己能够有效利用生成式人工智能工具来设计课程内容、实施个性化教学策略、分析学生数据以优化学习成果，并能够灵活应对技术应用过程中遇到的障碍与挑战。因此，我们提出以下假设：

H9：GAI 效能感对行为意向具有正向显著影响。

H10：GAI 效能感在 TPACK 水平和行为意向中起中介作用。

H11：GAI 效能感在感知易用性和行为意向中起中介作用。

H12：GAI 效能感在感知有用性和行为意向中起中介作用。

H13：GAI 效能感在培训学习和行为意向中起中介作用。

2.6. 理论框架与研究假设

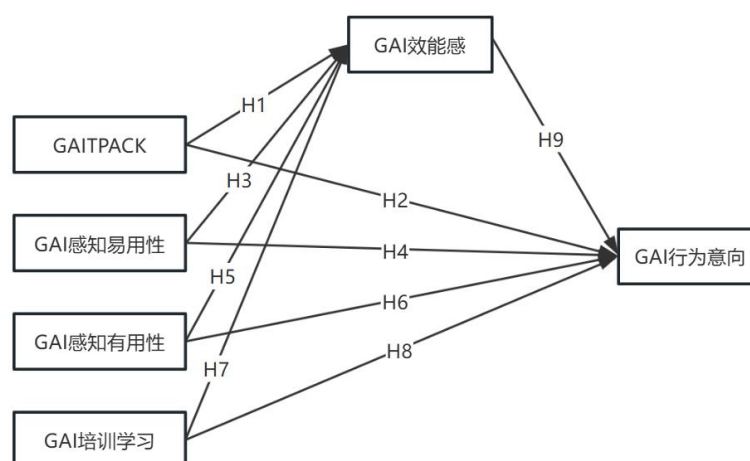


图 1 研究假设图

3. 研究方法

3.1. 参与者

不同于以往研究主要关注的正在接受师范教育的师范生——即那些在师范大学或设有师范专业的高校中学习的学生，本研究的研究对象选取了一群特殊的群体：已经完成基本师范教育课程或相关学科学习的专硕学生。这些学生已经掌握了成为合格教师所需的知识、技能和素养，但是尚未正式进入教育行业工作，本研究将他们的身份定义为职前教师。与仍处于学生身份、主要任务是学习专业知识和技能、正在为将来教育教学工作做准备的师范生相比，职前教师可能已经拥有一定的教学实践经验。例如，他们可能通过实习、见习等方式，亲身体验过教学工作的实际操作，从而对教学工作的实际需求和挑战有了更深刻的理解。

根据上述模型以及相关假设，本研究开发了有关职前教师技术感知与 GAI 教学相关变量的量表。

3.2. 数据收集过程

向江苏和浙江两所高校接受过生成式人工智能教学与学习培训, 具备一定生成式人工智能使用能力的专硕学生发放纸质问卷, 最终收集到 168 份有效答卷。

3.3. 数据分析

PLS-SEM 是一种多变量统计分析技术, 它结合了因子分析和多变量回归分析, 可以用于评估和验证复杂因果关系模型, 特别适用于样本量不大、理论模型尚未完全发展成熟的研究情境。

为了确保量表的信度和效度, 我们需要对其进行一系列的检验。信度通常用 Cronbach's α 和复合信度来评估。一般来说, 如果 Cronbach's α 值大于 0.7 (Cronbach, 1951) 且 CR 值大于 0.7 (Hair, 2009), 则认为该量表具有良好的信度。效度则包括收敛效度和区分效度两个方面。收敛效度指的是使用不同方法对同一对象进行测量时结果的一致性, 常用平均变异萃取量 (AVE) 作为指标; 当 AVE 值超过 0.5 时, 说明具有较好的收敛效度 (Fornell & Larcker, 1981)。而区分效度关注的是不同概念之间是否可以通过观察数据得到有效区分, 具体表现为某一变量的 AVE 平方根应大于其与其他变量之间的相关系数。

根据提供的信息, 从表 1 可以看出, 所有变量的 Cronbach's α 系数介于 0.885 至 0.940 之间, 均超过了 0.7 的标准; 同时, 这些变量的 CR 值范围为 0.921 到 0.951, 也都达到了不低于 0.7 的要求, 因此可以得出结论: 该量表展现出了高水平的内部一致性和可靠性。此外, 通过分析表 1 中的数据还发现, 每个变量的 AVE 值位于 0.695 至 0.762 区间内, 全部高于 0.5 的门槛, 表明各项指标间存在较强的关联性, 即拥有不错的收敛效度。最后, 根据表 2 所示内容, 各变量自身的 AVE 平方根均高于它们与其它变量的相关系数, 进一步证实了此量表具备出色的区分效度。综上所述, 这份量表不仅在信度上表现优异, 同时也很好地满足了效度方面的要求。

表 1 信度与效度检验结果

潜变量	测量题项	指标载荷	Cronbach's α	CR	AVE
感知易用性	GAIPE1	0.882	0.940	0.951	0.736
	GAIPE2	0.857			
	GAIPE3	0.869			
	GAIPE4	0.854			
	GAIPE5	0.865			
	GAIPE6	0.851			
	GAIPE7	0.827			
感知有用性	GAIPU1	0.855	0.921	0.938	0.717
	GAIPU2	0.830			
	GAIPU3	0.840			
	GAIPU4	0.859			
	GAIPU5	0.846			
	GAIPU6	0.850			
GAI 效能感	GAISE1	0.882	0.922	0.941	0.762
	GAISE2	0.862			
	GAISE3	0.869			
	GAISE4	0.889			
	GAISE5	0.864			
培训学习	GAITL1	0.862	0.885	0.921	0.743
	GAITL2	0.856			
	GAITL3	0.871			
	GAITL4	0.860			

GAITPACK	GAITPACK1	0.859	0.927	0.941	0.695
	GAITPACK2	0.851			
	GAITPACK3	0.864			
	GAITPACK4	0.804			
	GAITPACK5	0.839			
	GAITPACK6	0.837			
	GAITPACK7	0.779			

表 2 变量 AVE 的平方根及相关系数矩阵

	GAIAC	GAIBE	GAIPU	GAISE	GAITL	GAITPACK
GAIAC	0.861					
GAIBE	0.617	0.858				
GAIPU	0.607	0.606	0.847			
GAISE	0.649	0.684	0.744	0.873		
GAITL	0.764	0.622	0.664	0.682	0.862	
GAITPACK	0.710	0.732	0.607	0.529	0.628	0.834

在 PLS-SEM 中，VIF 值的计算和评估可以帮助研究者识别和处理多重共线性问题，以提高模型的稳定性和预测能力。一般而言，VIF 值大于 5 或者 10 时，表明存在严重的多重共线性，需要进一步处理(O'brien, 2007)。从表 3 的 VIF 值可知，所有方差膨胀因子均小于 5，表明本研究不存在多重共线性。

表 3 共同方法偏差检验结果

	GAIAC	GAIBE	GAIPU	GAISE	GAITL	GAITPACK
GAIAC						
GAIBE	2.937			2.465		
GAIPU	2.715			2.077		
GAISE	3.109					
GAITL	2.387			2.175		
GAITPACK	2.606			2.487		

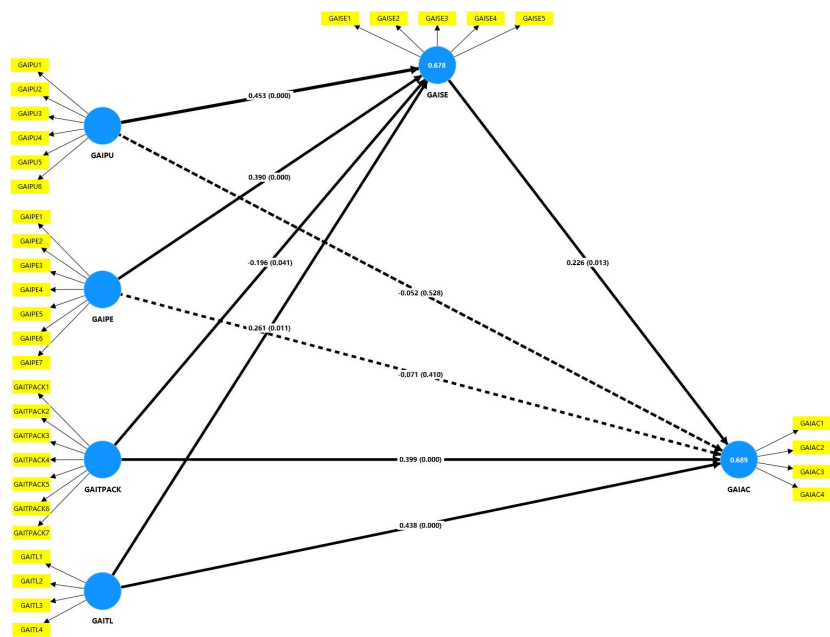


图 2 模型假设检验结果

根据图 2 中的模型分析结果,可以得到结构模型的路径系数与假设验证情况,具体结果见表 4。

表 4 路径系数和假设检验结果

假设	路径系数	t 值	p 值	2.5%	97.5%	检验结果
感知易用性->行为意向	-0.071	0.825	0.410	-0.241	0.094	反对
感知易用性-> GAI 效能感	0.390	4.525	0.000	0.214	0.549	支持
感知有用性->行为意向	-0.052	0.631	0.528	-0.210	0.108	反对
感知有用性-> GAI 效能感	0.453	4.774	0.000	0.243	0.613	支持
GAI 效能感->行为意向	0.226	2.496	0.013	0.044	0.398	支持
培训学习->行为意向	0.438	3.587	0.000	0.231	0.687	支持
培训学习-> GAI 效能感	0.261	2.546	0.011	0.083	0.487	支持
TPACK 水平->行为意向	0.399	4.090	0.000	0.199	0.584	支持
TPACK 水平-> GAI 效能感	-0.196	2.042	0.041	-0.382	-0.005	反对

研究的结果表明,感知有用性和感知易用性都对 GAI 效能感有显著的正向影响,而这两者对 GAI 使用行为意向的影响则不显著,这可能意味着感知有用性和感知易用性首先通过影响 GAI 效能感来间接影响 GAI 使用行为意向。因此,接受假设 H3、H5,拒绝假设 H4、H6。此外,TPACK 水平和培训学习都能分别对行为意向和 GAI 效能感造成显著影响,接受假设 H1、H2、H7、H8。但其中职前教师的 TPACK 水平对其 GAI 效能感的影响表现出了特殊的负向显著影响,需要对其进行进一步的讨论和分析,拒绝假设 H1。

表 5 中介效应路径分析

假设	t 值	p 值	2.5%	97.5%	检验结果
培训学习->GAI 效能感->行为意向	1.765	0.078	0.007	0.134	反对
TPACK 水平->GAI 效能感->行为意向	1.450	0.147	-0.116	0.000	反对
感知易用性->GAI 效能感->行为意向	2.106	0.035	0.013	0.175	支持
感知有用性->GAI 效能感->行为意向	2.117	0.034	0.016	0.205	支持

根据表 5 的中介效应分析,以 GAI 效能感作为中介变量,分别连接感知有用性和感知易用性与行为意向的中介路径呈现了显著的整体效应,可以支持相应的中介关系假设,接受假设 H10、H11。而链接培训学习和 TPACK 水平与行为影响之间的中介路径整体效应不显著,没有足够的证据证明此中介关系存在,拒绝假设 H12、H13。

4. 研究结果

本研究基于 TPACK 框架,探讨了职前教师技术感知与 GAI 教学应用的关系,并通过 PLS-SEM 对假设进行了验证。研究结果揭示了职前教师在技术感知、培训学习、TPACK 水平及 GAI 效能感之间的复杂关系,部分结果与传统技术接受模型存在差异,反映了技术接受过程的多样性和情境依赖性。

感知易用性和感知有用性对 GAI 效能感具有显著的正向影响,这表明职前教师认为 GAI 技术越容易使用且越有用,其对自身使用该技术的信心越强。然而,感知易用性和感知有用性对行为意向的直接影响并不显著,这与传统技术接受模型的假设相悖。这一结果暗示,职前教师对 GAI 技术的易用性和有用性感知并未直接转化为使用意向,而是通过 GAI 效能感间接影响行为意向。这一发现表明,技术接受过程中可能存在其他中介或调节变量,如用户的技术使用习惯、时间投入成本等,这些因素可能削弱了感知易用性和感知有用性对行为意向的直接影响。

培训学习对 GAI 效能感和行为意向均具有显著的正向影响。这表明,系统的培训学习不仅能够提升职前教师对 GAI 技术的信心,还能直接促进其使用 GAI 技术的行为意向。这一结

果强调了培训在职前教师技术应用中的重要作用，尤其是在 GAI 技术这种新兴技术的推广过程中，培训能够帮助教师克服技术使用的心理障碍，增强其技术应用的信心和能力。

TPACK 水平对行为意向具有显著的正向影响表明职前教师的 TPACK 水平越高，其使用 GAI 技术的行为意向越强。然而，TPACK 水平对 GAI 效能感的影响却呈现显著的负向关系。这一结果与常规认知不同，可能源于高 TPACK 水平的教师对自身能力要求更高，导致其在面对新兴技术时产生更高的自我怀疑或效能感不足。这一发现提示，高 TPACK 水平的教师在使用 GAI 技术时可能需要更多的心理支持和反馈，以帮助其克服技术应用中的心理障碍。

GAI 效能感在感知易用性、感知有用性与行为意向之间起到了显著的中介作用 ($p < 0.05$)，但在培训学习和 TPACK 水平与行为意向之间的中介作用不显著。这表明，职前教师对 GAI 技术的易用性和有用性感知主要通过提升其 GAI 效能感来间接影响行为意向，而培训学习和 TPACK 水平则主要通过直接影响行为意向发挥作用。

在 TPACK 水平与 GAI 效能感之间路径系数为 -0.196, t 值为 2.042, p 值为 0.041 (< 0.05)，检验结果为支持。说明 TPACK 水平对 GAI 效能感有显著负向影响，这一结果较为特殊，与通常认为的某些能力水平提升会增强效能感的观点不同。可能在本研究情境下，高 TPACK 水平的个体对 GAI 效能感有不同的认知方式，也许是因为高 TPACK 水平个体对自身能力有更高标准，从而在 GAI 情境下反而觉得自身效能感较低。这需要进一步深入研究以明确其内在机制。

本研究通过间接影响和中介效应分析，揭示了各变量通过 GAI 效能感与行为意向之间复杂的因果关系和作用机制。发现感知有用性和感知易用性虽然不会直接影响职前教师使用 GAI 的行为意向，但这二者会通过 GAI 效能感这一中介变量对行为意向产生间接影响，而培训学习和 TPACK 水平通过 GAI 效能感达到的中介影响则相对较小，主要通过其自身对行为意向的直接影响发挥其作用。

5. 研究结论

1. 技术感知与 GAI 教学应用

研究结果表明，职前教师对 GAI 技术的感知易用性和感知有用性虽然不直接影响其使用意向，但通过提升其 GAI 效能感间接促进了 GAI 技术的应用。这一发现为理解技术接受过程中的心理机制提供了新的视角，表明技术设计应注重提升易用性和实用性，以增强教师的效能感。教育技术开发者应关注用户的技术使用体验，设计直观且易于操作的技术工具，帮助教师更好地将技术融入教学实践。

2 培训学习的重要性

培训学习对职前教师的 GAI 效能感和行为意向均具有显著的促进作用。这表明，系统的培训能够有效增强教师对 GAI 技术的信心和使用意愿。因此，教育机构和培训设计者应重视培训在技术推广中的作用，提供多样化的培训内容和形式，如实操训练、案例分析、专家指导等，帮助教师掌握 GAI 技术的核心技能，并增强其技术应用的信心。

3 TPACK 水平的双重影响

研究发现，TPACK 水平对行为意向具有正向影响，但对 GAI 效能感却呈现负向影响。这一结果提示，高 TPACK 水平的教师在使用新兴技术时可能面临更高的心理挑战。因此，教师发展策略应不仅关注技术知识的提升，还应注重教师的心理支持。例如，可以通过提供成功案例、个性化辅导和持续的技术支持，帮助高 TPACK 水平的教师克服技术应用中的心理障碍，增强其技术应用的信心。

4 教师发展策略

基于研究结果，教师发展策略应注重提升职前教师的 GAI 效能感，通过提供成功案例、个性化辅导和持续技术支持，帮助其增强对 GAI 技术的信心。培训设计应结合实际教学需求，注重实操训练和多样化学习资源，帮助教师掌握技术应用的核心技能。此外，高 TPACK 水平的教师可能面临更高的心理挑战，需通过心理支持和反馈帮助其克服技术应用中的自我怀

疑。通过优化培训内容和关注教师心理需求，教育机构可以有效促进职前教师在教学中应用 GAI 技术，推动教育技术的创新与发展。

参考文献

- 张鹏, 汪旻, 尚俊杰. (2024). 生成式人工智能与教育变革: 价值、困难与策略. 现代教育技术, 34(06), 14-24.
- American Psychological Association. (2001). Publication manual of the American Psychological Association (5th ed.). American Psychological Association.
- Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V., et al. (2023). Transforming education: A comprehensive review of generative artificial intelligence in educational settings through bibliometric and content analysis. Sustainability, 15(17), 12983.
- Bruce, B. C. (1997). Literacy technologies: What stance should we take? Journal of Literacy Research, 29(2), 289-309.
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20(1), 22.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika, 16(3), 297-334.
- Cullen, T. A., & Greene, B. A. (2011). Preservice teachers' beliefs, attitudes, and motivation about technology integration. Journal of Educational Computing Research, 45(1), 29-47.
- Duane Brown. (2002). Career choice and development. John Wiley & Sons.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39-50.
- Hair, J. (2009). Multivariate data analysis. Exploratory factor analysis. Langub, L. W., & Lokey-Vega, A. (2017). Rethinking instructional technology to improve pedagogy for digital literacy: A design case in a graduate early childhood education course. TechTrends, 61(4), 322-330.
- Lu, J., Zheng, R., Gong, Z., et al. (2024). Supporting teachers' professional development with generative AI: The effects on higher order thinking and self-efficacy. IEEE Transactions on Learning Technologies.
- Miao, F. C., & Wayne, H. (2023). Guidance for generative AI in education and research. Paris: UNESCO.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.
- O' brien, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. Quality & Quantity, 41, 673-690.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14. h