

基于循证教学的教师TPACK能力培养研究

张宸溪¹ 洪心² 方海光²

(1. 云南师范大学 信息学院, 云南 昆明 650500; 2. 首都师范大学 教育学院, 北京 100037)

【摘要】如何在学科教学实践中实现教师TPACK能力提升成为教育数字化转型和智慧教学环境应用的重要研究内容。本研究在对TPACK能力研究现状进行梳理的基础上, 反思当前教师TPACK能力培养中存在的问题, 并在此基础上引入循证教学理论构建教师TPACK能力培养模型。通过实验, 研究发现基于循证教学的教师TPACK能力培养模型在教学实践中能有效提升教师TPACK能力。

【关键词】 TPACK能力; 循证教学; 模式构建

【中图分类号】 G43

【文献标识码】 A

【文章编号】 2096-1510 (2024) 06-0020-10

一、研究背景

随着信息时代的发展, 在以人工智能和大数据为代表的数字技术的支持下, 学习过程更具有情境性和直观性, 教学途径更加多元和丰富, 教学环境不再受限于时间和空间, 教学评价更重视对学习者和教学者的行为数据进行实时采集和分析, 教学过程突出智能化的特点(张进良, 2018)。我国教育部于2019年颁布的《关于实施全国中小学教师信息技术应用能力提升工程2.0的意见》中提出: “通过示范项目带动各地开展教师信息技术应用能力提升培训, 全面促进信息技术与教育教学融合创新发展。”这说明在数字化教育变革中, 教学者不仅需要掌握传统教学目标中的学科知识与技能, 也需要了解与之相关的信息技术的应用。教师TPACK能力这一概念关注教师将技术融合学科知识和教学策略的过程与方法, 并且在评估教师将技术应用教学方面具有可信的测量工具, 是帮助教师实现专业发展、实践数字化教学的重要途径(黄庆双, 2023)。教育部于2023年颁布的《基础教育课程教学改革深化行动方案》中指出, 学校和教师在落实

课程实施时要坚持循证决策的原则, 积极整理反思教学情况, 为有效推进课程实施提供科学依据。这意味着教师的TPACK能力发展要求大量循证教学实践经验的支撑和先进教学理论的指导, 这可以帮助教师将概括性的理论描述转化为情境性的实践要求, 实现科学的个性化教学(郑红苹, 崔友兴, 2018), 从而推动教学数字化进程(柳春艳, 2018)。

目前的教师TPACK能力培养模式存在缺少在教学实践中对教学经验科学性验证的问题, 因此本研究从TPACK能力的概念梳理出发, 通过回顾教师TPACK能力研究的现状和发展趋势, 结合循证教学理念, 设计循证教学理念支持下教师TPACK能力培养模型。

二、TPACK内涵与研究现状

TPACK的全称为整合技术的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK), 其知识要素涵盖了七个关键组成部分(Mishra & Koehler, 2006): 以学科内容知识(Content Knowledge, CK)、教学法知识(Pedagogical Knowledge, PK)和技术知识

(Technological Knowledge, TK) 为核心的三个基本要素及它们之间相互结合后产生的学科教学知识 (Pedagogical Content Knowledge, PCK)、整合技术的学科内容知识 (Technological Content Knowledge, TCK)、整合技术的教学法知识 (Technological Pedagogical Knowledge, TPK)、整合技术的学科教学知识 (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) 四个复合要素, 并使之保持一种动态平衡的关系。此外, 在研究TPACK框架时, 需要注意具体的教学场景, 即教学境脉 (林芳竹, 张哲, 金哲, 2015)。

针对TPACK的研究主要集中在TPACK要素内涵的研究 (Graham et al., 2009)、TPACK测量方法的研究 (任秀华, 任飞, 2015) 和TPACK学科化研究 (戴锡莹, 王以宁, 张海, 2012)。其中, TPACK内涵研究主要针对TPACK的概念、内涵及框架, TPACK测量研究主要围绕TPACK能力测量的定性研究设计和定量量表设计, TPACK学科化研究则聚焦于特定的某个学科, 根据学科特点探究学科教师TPACK能力发展的策略。其中, TPACK学科化研究与教学境脉高度相关, 随着对TPACK研究的深入, 研究者发现不同学科背景、文化情境、技术环境和教师自我效能感下教师TPACK知识建构会产生巨大差别 (刘艳华, 徐鹏, 王以宁, 2015), 进而影响教师的教学效果和教学评价, 这说明教师TPACK能力的发展与教师所处的教学情境和个人信念息息相关。目前, 对教师TPACK能力的测量方法主要是量表测评法, 一般采用由Schmidt、Baran和Thompson (2009) 根据李克特五点式量表开发的“职前教师教学和技术知识调查”量表, 根据TPACK的七个要素进行维度设计, 从而对教师的TPACK水平进行量化描述。

目前, 教师TPACK能力的培养主要通过指导教师学习技术工具, 帮助教师在教学实践中应用技术工具进行教学, 从而实现教师TPACK能力的提升。Mishra 和Koehler (2006) 提出“在设计中学习技术”的理念, 要求教师组成学习小组共同设计数字化教学资源从而提升自己的TPACK能力。詹艺和任友群 (2011) 从教学实践的角度提出利用微课程的设计和和实践提升师范生的TPACK能力, 吴焕庆、余胜泉与马宁 (2014) 从知识建构的角度出发通过个体知识建构、协作知识建构和集体知识建构的三重

知识建构体系实现教师TPACK能力的发展, 张群和田格格 (2023) 探讨了人工智能环境下教师TPACK能力的培养策略, 指出要给予教师充分的个性化资源供教师学习。可以看出, 教师TPACK能力培养依托真实的课堂实践, 通过数字资源设计和数字化教学实践的过程促进教师TPACK知识的生长, 从而实现教师TPACK能力的提升。在这个过程中, 教师的知识建构主要依靠教师共同体的经验共享和同行评估, 虽然这种模式可以帮助教师个体之间分享实践经验, 但没有对教师经验的有效性和科学性进行准确的判断和分析。虽然三重知识建构体系描述了TPACK能力从内隐到外显的转换, 但是对TPACK具体的各个要素在建构的哪些环节得到运用和提升缺少更深入的研究, 同时现有研究对教师TPACK能力的评估偏重同行评价, 重视教师群体间的经验互动, 但是这些经验的科学性没有得到进一步的归纳和验证, 只是作为集体知识直接被纳入教师的知识框架中。在具体学科的教师TPACK能力培养研究中, 加拿大英属哥伦比亚大学通过“运用技术教数学与科学”课程培养教师信息技术与学科教学深度融合的能力, 该研究以STEM教育为载体, 以STEM学科中的小学教师为学习者, 在TPACK理论支撑下开展TPACK能力培养 (袁智强, Marina Milner-Bolotin, 2020)。哥伦比亚大学的培养模式注重在STEM学科背景下学习者对TPACK各要素知识的掌握, 并在此基础上协助教师进行数字化教学实践和反思。它的特点是帮助教师从TPACK理论学习出发, 最终实现TPACK能力应用。但它的问题是, 在整个培训过程中给予教师的所有知识和技术手段都是固定的, 没有引导教师比较并验证这些知识和技术是否确实是实现优质教学的最优解。总之, 目前对教师TPACK能力培养模式的探索主要集中于教师与不同个体或群体经验互动引发的知识建构, 对生成经验的科学性没有进一步的验证和反思, 同时这些培养模式给予教师的技术工具是固定的, 教师只能验证该工具的实践效果, 限制了教师对技术工具的学科性理解。

三、循证教学理念及其优势

(一) 循证教学理念

循证教学 (Evidence-Based Education) 一词起

源于David Hargreaves提出的“基于研究的教育”，后来经过Davies（1999）的定义被正式提出。国外对于循证教学的研究主要围绕证据的科学性展开，指出教师的教育实践要“基于科学的研究”。Whitehurst（2002）仿效循证医学模式提出循证教学的定义：在教育过程中将教师个人的专业智慧与最佳科学的理论证据整合起来进行教学。该描述指出循证教学证据的两个主要来源：专业智慧和研究证据。其中，专业智慧是指教师个体通过教学实践经验获得的判断、共识。实现专业智慧的增长要求教师在识别有效教学经验的基础上，结合当地的教育状况和具体的教学情境积极更新自己的教育理念、改进教学措施（徐海鹏，陈云奔，罗楠，2022）；研究证据指以科学为基础的研究获得的实验信息和观察获得的信息（崔友兴，2019）。循证教学的理念帮助教师依照有效且具体的证据审视自己的专业发展，从而转变教学观念，改进教学方法。同时，伴随着人工智能等数字技术的发展，循证教学对教学模式的创新有很大的促进作用（周盼盼，马志强，岳芸竹，2021）。

许多国家为推进本国循证教学的发展，纷纷组建了独立机构，如英国的实效教育研究院、荷兰的循证教育学研究所、德国的德意志国际教育研究院等。近年来，循证教学日益受到全球教育研究者与相关行政部门的重视，已成为教育改革与创新的一股新的推动力量，正在勾勒一幅以证据为基础的未来教育系统蓝图。我国近年来对教师教育的科学性的要求不断提升，从中共中央、国务院2018年印发的《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》中要求对教师队伍进行全面深入的素质提升，到2020年《深化新时代教育评价改革总体方案》中对教育评价的细致要求，都可以看出我国教师教育的发展趋势也在向科学性和实践价值方向转型。

（二）循证教学理念支持教师TPACK能力培养的优势

1. 数字化教学资源建设

在目前的教学中，许多教师使用数字化教学资源时仍然坚持“以课本内容为中心”，在整理数字资源时倾向全盘接受资源内容，缺少教学设计以及对资源再创造的创新意识。循证教学要求基于证据进行教学，该理念体现在数字化教学资源建设上就

是教学资源的个性化和差异化，即教师收集、整理和集成大量的优质教学资源，包括课件、教案、习题、视频教程，并对这些资源的有效性和适用性进行分析。同时，教师在资源建设的过程中建立共享机制，鼓励教师和学生共享数字化资源，从而实现教学资源的优化配置和高效利用。在搜集教学资源的过程中，循证教学理念帮助教师引入教学专家的教学理念和实验性证据，结合教师自身的专业智慧，为教师数字化教学资源的设计提供新的源泉。

2. 数字化教学设计的转化

随着教育信息化3.0的到来，学校与教育部门在教学环境的智能化构建上下足功夫，越来越多的硬件软件设备出现在校园中，许多课堂理论上已经具备了数字化教学的物质条件。但是在现实教学中，大多数教学的数字化应用还停留在简单应用技术阶段，对技术手段的应用更多的是为了加快教学进度，节约教学内容的呈现时间，教学内容与技术没有实现真正融合，教学设计缺乏实践性创新，对学科知识内在规律的探索挖掘不够深入。造成这种现象的原因主要有两个：一方面，传统教学方式的惯性仍然存在，教师没有立即改变教学模式的紧迫感；另一方面，教师在缺乏引导的状况下，不了解自己应该从哪些角度做出改变。循证教学理念通过教学实践中“分析证据—改进教学实践—获得新证据”的证据迭代，对教师的数字化教学设计产生潜在影响，教师不仅意识到要根据教学实际情况的小证据进行教学内容的数字化设计，也要参考专家建议与学校课程建设需要的大证据进行教学活动的融合性创造，教师在不自觉间掌握了循证教学的方法和手段，能更好地适应信息时代的发展需求和教育变革的挑战，实现数字化教学设计的全面转型。在数字化教学设计中，循证教学理念促使教师更加关注教学流程的优化。通过收集和分析教学过程中的数据，教师可以发现潜在的教学问题，进而对教学设计进行有针对性的调整。

3. 教师数字化工具反思能力的建立

教师专业发展要求教师在自我学习和教学实践过程中做到“实践导向、能力为重”，这意味着教师要在学习数字化工具应用的基础上，将其灵活地运用到教学活动的方方面面。同时，教师在教学过程中收获的经验反过来帮助教师认识信息技术教

学应用的客观规律和实现手段，增强自己的反思能力。但是，当下许多教师对数字化工具的应用理解不够深入，他们重视技术工具对具体的学科知识的演示作用和教学效果的影响，忽视工具应用背后的学科逻辑。循证教学理念强调基于证据进行教学决策。在数字化工具的使用中，教师需要收集和分析相关证据，如学生的学习数据、学习反馈等，以了解数字化工具的实际效果。在收集和分析证据的基础上，教师需要基于证据进行反思，思考如何优化数字化工具的使用策略，实现技术与教学法的深度融合。

四、基于循证教学的教师TPACK能力培养模型构建

本研究构建的基于循证教学的教师TPACK能力培养模型主要分为内外两个部分。外部是教师在循证教学理念指导下的教学过程，包括资源准备阶段、教学设计与实践阶段和工具反思阶段。教师在具体的教学实践中收集真实的教学证据，并在循证教学理念的帮助下形成证据的循环。同时，教学的每个环节都涉及TPACK知识的再生成和对TPACK能力中不同要素的锻炼。在整个教学过程中，教师外部的教学行为引发教师内部TPACK知识和能力转换，并在此基础上促进教师将所学迁移到更多的数字化教学应用中，最后在实践经验不断转化为理性认识的过程中让教师的TPACK能力得到潜移默化的提升。

模型内部构建的依据来自教师TPACK协同建构模型的个人建构框架（吴焕庆等，2014），即教师内化的TPACK知识和外显的TPACK能力的相互转化是在由教师经验生成的教师信念的指导下实现的。本研究在此基础上引入循证教学理念，教师在由外部教学实践中获得的循证教学反思的引导下将内潜的TPACK知识转变为外显的TPACK能力，在教师运用TPACK能力后根据习得的证

据将其迁移到更广泛的教学应用中。

模型外部的构建依据主要来自文献梳理的结果，即教师TPACK能力的培养要在具体的实践中进行。本研究参考张新颜（2016）的初中教师TPACK结构模型，将TPACK的七个要素纳入“教什么”“教给谁”“怎样教”的3W层次，在实践中实现TPACK知识架构的重整。教师在了解学科内容和数字化工具特征的基础上，构思数字化教学设计，实施智慧教学，实现教师数字素养的全面发展。本研究在3W层次的基础上，从循证教学理念出发，将教师的实践活动划分为资源准备阶段、教学设计与实践阶段和工具反思阶段，构建基于循证教学的教师TPACK能力培养模型，如图1所示。每个阶段教师对TPACK知识进行调动和应用，通过“基于证据的教学准备—整合学科内容、教学策略和技术使用的教学实践—基于实践结果的反思”流程，达到教师TPACK能力发展的目的。在这个模型中，教师资源准备、教学设计与实践、工具反思三个阶段对应着循证教学的理论证据投入实践、实践产生具体证据、反思生成参考证据的过程，在实现证据理论性到情境性循环的同时充分调动TPACK能力的各个要素投入教学，实现教师TPACK能力的实践性发展。

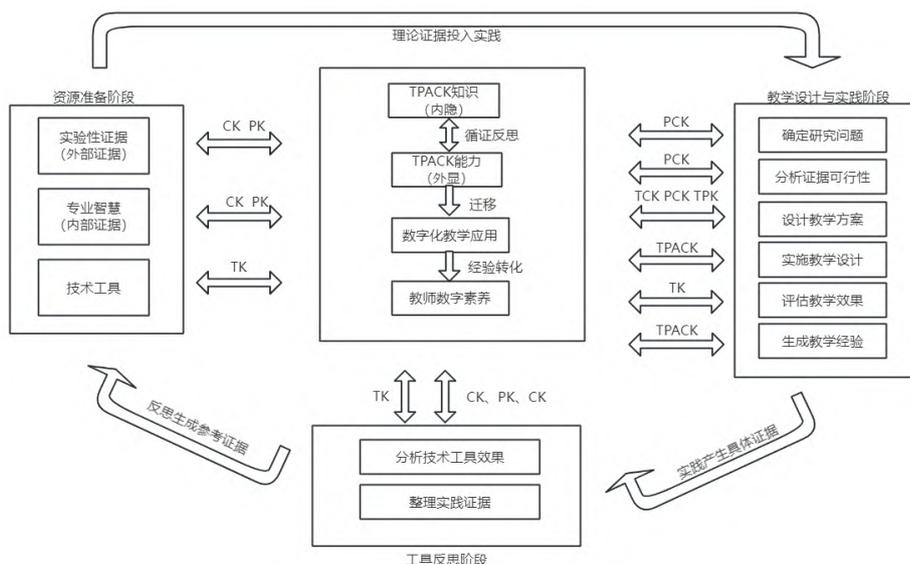


图1 基于循证教学的教师TPACK能力培养模型

（一）资源准备阶段

在这个阶段中，教师通过运用学科内容知识（CK）、教学法知识（PK）、技术知识（TK）三

种单一要素对收集到的理论证据进行分析,实现数字化教学资源准备和科学化教学证据的处理,为证据纳入教学设计做初步准备。

①外部证据与内部证据的整合:教师动用TPACK能力框架中的学科内容知识(CK)和教学法知识(PK),围绕具体的教学目标收集专家型教师的实践证据和教育研究者的实验性证据等外部证据,结合教师在以往的教学实践中总结出的专业智慧(内部证据),对教学过程中需要的教学内容资源做出系统性分析梳理,形成自己的教学资源工具箱。

②技术工具的分析:教师根据教学内容资源的整合结果,结合自己对技术知识(TK)的掌握,选择合适的技术工具。除此之外,教师对技术工具的分析涵盖了课堂教学可以实现的技术环境,探讨教学活动中技术工具使用的可行性。

(二) 教学设计与实践阶段

在这个阶段中,教师通过确定研究问题、分析证据可行性、设计教学方案、实施教学设计、评估教学效果、生成教学经验这几个环节促进TPACK能力框架中的四种复合要素的发展和境脉因素的灵活应用,推动具体的情境性证据的生成,为之后教学反思中证据的概括和归纳提供实例参考。

①确定研究问题:教师在资源准备的基础上明确教学目标和学生需求,这要求教师在整合教学内容和教学法相关知识(PCK)的基础上,形成实践性的问题情境。教师需要关注学生理解和推导学科知识的能力,在确定研究问题时既要考虑教学内容的重难点,也要考虑学生的起点能力。

②分析证据可行性:确定问题情境后,教师重新对照内部证据和外部证据,确认是否符合问题解决的需要。教学实践活动兼具复杂性和易变性,即使是相同的教学内容、相似的教学方法和技术手段,教学效果也会随着学生状态、教师信念和文化环境等TPACK境脉因素的改变而产生巨大的差别。因此教师必须在已经确定的真实教学情境中再次审视证据的内容,分析其与当前教学情境的适配程度。

③设计教学方案:教师在充分了解教学情境需要的基础上,统筹整合技术的学科内容(TCK)、整合技术的教学法知识(TPK)、学科教学知识(PCK),设计数字化教学的各个环节。在这一过

程中,教师将自身潜在的TPACK能力转化为实践性的应用指导。

④实施教学设计:教师进行教学实践活动,实现数字化教学内容的呈现、综合性教学策略的应用、融合性数字技术的使用,此时教师TPACK知识框架的各个要素都得到充分的运用,并且各个要素实现真正的有机融合,达到实践转化的效果。

⑤评估教学效果:教师利用技术工具收集自己的教学过程和学生学习过程的全部数据,利用量化与质性相结合的评价方法对教学效果做出具有客观性和可测量性的总结。在这一过程中,教师驾驭测评类技术工具(TK)的熟练程度进一步得到提升,这可促进教师后期的自我反思。

⑥生成教学经验:教师在评估教学效果的基础上对数据进一步归纳总结,生成具体情境下的教学经验。这一过程中,教师的碎片化经验转化为实践性知识,初步具备循证教学证据的特征。

(三) 工具反思阶段

在这个阶段中,教师梳理技术工具的应用效果,判断其与课堂教学的适配程度。之后教师回顾整体的教学过程,整理实践证据,使之成为下一轮数字化教学的依据。在这个过程中,教师通过反思活动对自己的TPACK能力在教学效果中的作用和表现进行综合评价,加深对自身TPACK情况的了解。

①分析技术工具效果:教师对资源准备活动、教学设计活动、教学实践活动和教学评价活动中各类技术工具的应用效果进行综合性评价,总结数字化工具在不同活动中的表现特征和应用效果,反思数字化工具与教学环境结合的问题及不足。

②整理实践证据:教师对教学经验进行再加工,将其转化为具备理论支持和实践证明的可靠证据。在这一过程中,教师的实践性知识分解为包含大量具体情境条件的学科内容知识(CK)、教学法知识(PK)、学科性技术知识(TK),教师的TPACK能力得到实践证据的反哺,从而实现认知上的提升。

五、模式的实施与验证

(一) 研究对象和工具

研究对象为河南省z市5所初中的数学教师,实验组与对照组的教师人数均为30人,其中实验组男

表1 教师TPACK能力测量量表维度及具体描述

维度	具体描述
TK	1.我知道如何解决自己遇到的技术问题(如投影仪或显示屏出现故障、PPT无法正常播放动画、一些文件无法打开等)
	2.我关注能用于学科教学的新技术(如微课的制作、线上线下融合教学等)
	3.我能容易地学习各种新的信息技术
	4.我能利用技术(如Excel表格、学生成绩统计软件等)对学生的进行学习情况进行学情分析
	5.我能熟练运用普适性教学工具(如电子白板、PPT等)
	6.我能熟练运用学科性教学工具
CK	7.我掌握了足够的数学学科知识与技能,能满足初中数学教学的要求
	8.我具备足够的学科素养,并能在教学中运用其引导学生思考
	9.我了解该学科在人类生活、社会发展等方面的意义
	10.我能运用各种方法和策略发展我对学科的理解(如学科的前沿知识等)
PK	11.我能在课堂教学中使用多种教学方法(如合作学习、项目式学习、探究学习等)
	12.我知道如何组织和维持课堂管理
	13.我能根据学生目前的知识掌握情况(如学习进度、对数学概念的理解程度等)对教学进行改进
	14.学生在我的教学中能掌握教学目标中规定的学科知识与技能
	15.我能够使用多种方式评价学生的学习过程和结果(如学生自评、学生互评、教师评价等)
PCK	16.我了解学生对某个具体知识的理解过程,以及他们可能出现的误解
	17.我能在教学中帮助学生建立新旧概念之间的联系
	18.我能在不使用信息技术工具的前提下,选择有效的教学方法引导学生学习和思考,让学生掌握相应的教学知识和技能
TCK	19.我能准确选择合适的技术(如图片、音频、视频、动画等)来呈现具体知识,以加深学生的理解
	20.我能选择合适的技术帮助学生转变错误观念
	21.我能有意识地引导学生利用信息技术进行学科内容的学习和探索
TPK	22.我能将学习到的信息技术应用在教学的各个环节中
	23.我能选择合适的技术提升课堂的教学效果,激发学生的学习兴趣(如在教学中设置小游戏或师生互动)
	24.我能合理反思技术对我的课堂教学带来的影响
TPACK	25.我能够将学科内容、信息技术和教学方法整合到课堂教学中
	26.我能够帮助他人理解如何将学科内容、技术和教学方法结合起来
	27.我经常通过浏览各种学科教学资源网站获取教学资源,并将其运用到教学中

性8人,女性22人,对照组男性11人,女性19人。这些教师均具备基本的数字化资源应用能力、数字化教学设计能力,并掌握合理的教学评估手段,对TPACK能力各要素的定义有准确了解。研究选取人教版八年级上册十三章的“轴对称”单元知识点

(涵盖轴对称、画轴对称图形、等腰三角形、活动探索:探究最短路径四个模块)开展教学,通过6个课时的教学实践活动,验证基于循证教学的教师TPACK能力培养模型的有效性。研究选择“轴对称”单元是因为该单元的知识点作为初中数学图形与几何内容的重要组成部分,非常适合技术手段与学科知识的结合,更容易凸显教师TPACK发展水平的变化,同时它涵盖的四个部分对应了学生认知“从具体到抽象”的转变,在这一过程中教师使用的教学策略也需要发生很大变化,便于测量模式的有效性。

为了验证模式实施的有效性,研究采用TPACK量表对实验组教师和对照组教师的TPACK能力发展情况进行测量。在TPACK测量研究领域,Schmidt等(2009)开发的“职前教师教学和技术知识调查”量表是得到研究界普遍认可并被广泛使用的TPACK能力调查量表,该量表围绕TPACK涉及的TK、CK、PK、PCK、TCK、TPK、TPACK七个要素设计题项。研究以“职前教师教学和技术知识调查”量表为基础进行改编,共计27道题目,包括TPACK能力的七个模块,采用李克特五点量表法评分,1表示“非常不符合”,5表示“非常符合”,得分越高代表TPACK能力越强,不同模块的分数越高代表对应的能力要素越强,如表1所示。使用SPSS分析工具,对TPACK量表进行信度检验,信度值系数Cronbach α 为0.869,大于0.8,校正项与总计相关性均大于0.4,说明量表具备较好的信度。KMO值=0.805(>0.6),同时所有项对应的共同度均大于0.4,旋转后累计方差解释率为75.725%(>50%),说明量表具备良好的效度。研究使用该量表对实验组与对照组教师进行前后测,从而评估模式的有效性。

(二) 模式实施过程

1. 实验研究的前期准备

在实验正式开始前,研究对对照组和实验组教师进行TPACK能力测量,确保两组教师在实验开展前TPACK能力水平相当。此外,研究对两组教师在以往“轴对称”单元教学活动中常用的教学方法和工具进行了解,发现两组教师均采用讲授法、演示法、问答法等教学方法进行教学,常用的技术工具有WPS、PPT、希沃白板和网络画板工具。这说明对照组教师和实验组教师在实验前均掌握了

一定的信息技术技能，能够熟练使用常见的办公软件，了解功能性软件（如图片、视频及音频剪辑软件）的操作流程，在实践操作方面，均已学会使用PPT制作几何图形并将其投入到课堂实践中，具有将技术知识（TK）和学科内容知识（CK）结合的实践经历，这些基础为本研究教学活动的设计与实施提供了可行性。

2. 实验研究的实施过程

实验开始后，对照组教师沿用之前的教学实践，不进行任何干涉。实验组教师采用基于循证教学的教师TPACK能力培养模型，从资源准备、教学设计与实践、工具反思三个阶段实现课前准备、课堂教学和课后反思活动，教师对自己的教学过程进行循证实践。在单元教学活动结束后，对实验组和对照组教师进行TPACK能力后测，比较前后测差异，判断模式实施的有效性。

1) 资源准备阶段

①外部证据与内部证据的整合：以轴对称单元第一节的轴对称知识点为例（见图2），该节课要求教师从生活中具有轴对称性质的物品入手，引导学生掌握轴对称图形的定义和判定方法，理解轴对称图形和两个图形成轴对称的区别与联系，并在此基础上初步认识垂直平分线的含义，为后续学习线段的垂直平分线的性质奠定知识基础。在了解上述学科内容知识（CK）的基础上，实验组教师结合自身常用的教学法知识（PK），在人民教育出版社官网、国家中小学智慧教育平台等官方教育数字化资源平台收集权威性高、教学效果好的轴对称教学视频、优质教案等数字化教学资源（外部证据），结合自己以往的教学经验（内

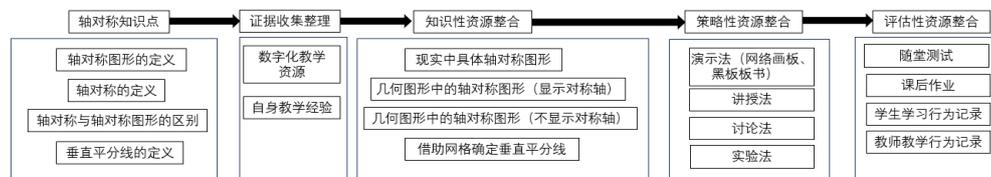


图2 资源准备阶段的证据处理

部证据），开始初步整理轴对称知识相关的教学内容资源，并根据资源的性质分类为知识性资源（轴对称的相关概念和性质）、策略性资源（讲授法、演示法、实验法、讨论法等教学方法）、评估性资源（教师使用的教学评估方法）三种。

②技术工具的分析：教师根据数字化资源的分类结果，结合自己对技术知识（TK）的掌握和实际教学环境的需要，选择合适的技术工具（轴对称知识点适合使用的技术工具主要是网络画板、希沃白板和PPT）。

2) 教学设计与实践阶段

①确定研究问题：轴对称知识点要求学生从具体的对称现象中出发，发现普遍存在的轴对称图形，从而概括轴对称的定义和性质，实现从具体到一般的思维转变。学生在之前的生活和学习中已经接触过各类轴对称图形（矩形、圆形等几何图形），但他们还没有对这些图形的轴对称性质产生理性认识，因此教师的教学重点就是利用技术工具和教学策略帮助学生将轴对称概念与具体的轴对称图形建立知识联系，这就是教师需要解决的问题情境。

②分析证据可行性：确定问题情境后，教师审视之前整理的证据，判断这些证据是否满足问题解决的需要（见图3）。

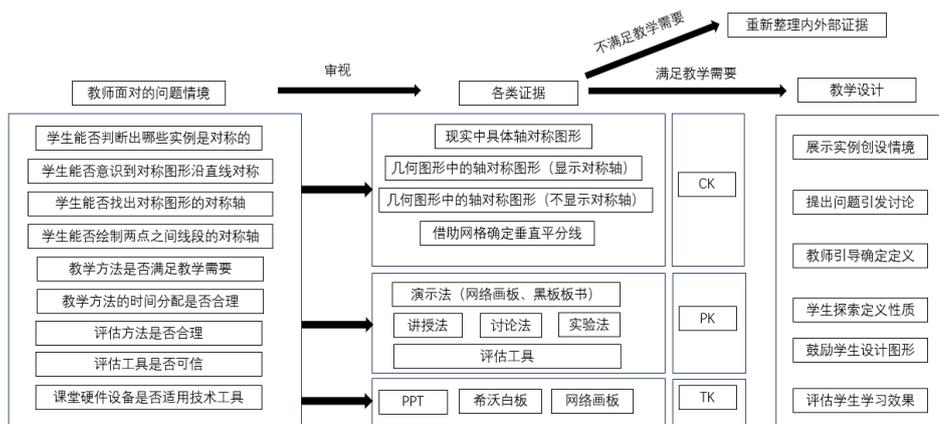


图3 围绕问题情境审视证据的可行性

③设计教学方案：教师从证据资源箱中选择合适的数字工具，设计轴对称知识的数字化展示形式，确定能充分发挥技术

工具效果的教学策略（在演示案例和讲解概念的教学环节中使⽤网络画板技术），设计数字化教学的具体过程（见图4）。整个教学过程可以分为教师活动和⽣⽣活动两个部分。两个教学活动都是根据之前证据审视的结果进行设计，教师⾸先使⽤PPT或希沃白板⼯具向⽣⽣展示⽣⽣活中的轴对称现象（如故宫、蝴蝶等实例），为⽣⽣创设包含各种轴对称性质的学习情境，激发⽣⽣的探索兴趣；然后教师提出问题：“同学们还能想出更多这样的图形吗？这些图形的共同特点是什么？”并鼓励⽣⽣围绕这两个问题展开讨论，引导⽣⽣总结出“这些图形通常围绕一条直线左右对称”的规律，从而引出轴对称的定义；在明确轴对称定义后，教师引导⽣⽣继续思考更多轴对称的案例，拓展⽣⽣的思路，使⽣⽣将轴对称定义从单个图形扩大到两个图形，继而引出成轴对称图形的定义，在这个环节中，⽣⽣对轴对称的认识从具体转化到抽象，因此教师使⽤的技术⼯具也从PPT变更为能够精准绘制平⾯几何的网络画板⼯具；在深⼊理解轴对称图形和成轴对称图形的区别和联系的基础上，教师借助板书快速绘制出对称轴，从而向⽣⽣直观展示轴对称的性质特点，引出垂直平分线的定义；之后教师布置课堂任务，鼓励⽣⽣根据掌握的新知识设计轴对称图形，并指出图形的对称轴，在这个环节中，⽣⽣的理论掌握和实践操作紧密地联系在一起，能充分激发⽣⽣的学习热情；最后教师评估⽣⽣的任务完成情况，指导⽣⽣根据评价调整对轴对称定义的认识。

④实施教学设计：教师根据教学设计方案实施

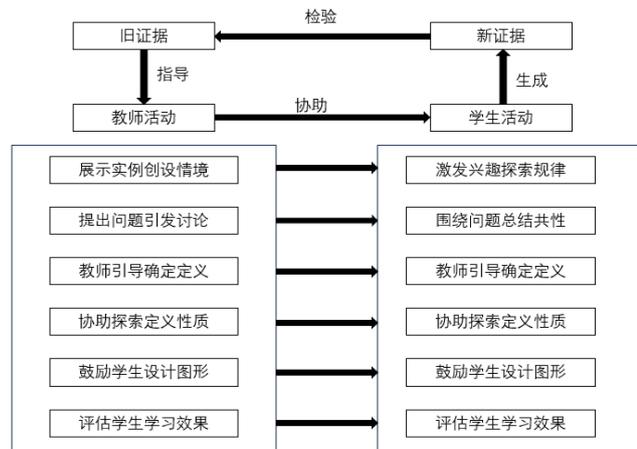


图4 轴对称知识点的教学设计

教学活动，在教学中实现学科内容知识、教学策略和技术⼯具的和谐统⼀。在这个环节中，旧证据引导着教师活动和⽣⽣活动，而根据⽣⽣活动的评价结果⽣⽣成的新证据，也能够补足旧证据存在的问题。

⑤评估教学效果：教师利⽤课堂教学的录像⼯具记录自己的教学活动和⽣⽣的学习活动，并利⽤相应的教学分析软件（如iFIAS）评价教学效果，为后续的自我反思提供原始证据。

⑥生成教学经验：教师在评估教学效果的基础上对教学数据归纳分析，生成围绕轴对称知识点形成的教学经验。

3) 工具反思阶段

①分析技术⼯具效果：教师回顾从资源收集、证据整理、教学设计与实施、教学评价⼀系列实践活动中对技术⼯具的应⽤情况，分析资源平台⼯具、情境引导⼯具、知识呈现⼯具、教学评价⼯具的应⽤情况，总结其优势和问题，反思可以从哪些⽅向改进数字化教学。

②整理实践证据：教师对从整个教学过程中整理出的教学经验进行理性加工，将其分解为轴对称知识情境下的学科内容、教学法和学科性技术三⽅⾯的知识，生成下⼀次教学的内部证据。

（三）数据分析

在实验开始前，通过运⽤独⽴样本t检验对实验组与对照组的测试结果中的TK、TCK、TPK、TPACK进行对比分析（见表2），发现实验组与对照组在TK、TCK、TPK、TPACK这四个维度的p值均大于0.05。由此可得，在实验开始前，实验组与对照组的教师在TK、TCK、TPK、TPACK⽅⾯不具备显著差异，说明两组的TPACK能⼒⽔平相近，实验组与对照组符合教学实验的基本要求。

表2 实验前实验组与对照组的TPACK初始⽔平分析

名称	实验组		对照组		t	p
	均值	标准差	均值	标准差		
TK	2.6778	0.4331	3.0111	0.3738	0.733	0.395
TCK	3.0889	0.4458	3.1444	0.5229	0.450	0.505
TPK	2.9444	0.5258	2.8667	0.4342	0.415	0.522
TPACK	3.0111	0.4388	2.9556	0.5805	0.857	0.358

实验后对实验组和对照组再次进行量表测试得到的数据进行分析,通过独立样本t检验(见表3),实验组与对照组后测的TK、TCK、TPK、TPACK四个维度的p值均小于0.001,说明实验后对对照组和实验组教师差异显著。通过配对t检验(见表4)发现,实验组在培训教学前后TPACK总体水平差异十分显著($t = -9.483, p < 0.001$),而对照组 $p = 0.053$,说明对照组的TPACK能力水平在此期间没有呈现出统计学意义上的差异性,即对照组的TPACK能力没有发生显著变化,而应用模型的实验组的TPACK能力发生了巨大提升。

表3 实验后实验组与对照组的TPACK水平分析

名称	实验组		对照组		t	p
	均值	标准差	均值	标准差		
TK	4.0556	0.54198	3.0111	0.37379	9.290	0.000***
TCK	4.1333	0.46814	3.0889	0.41921	10.932	0.000***
TPK	4.1500	0.53980	2.8667	0.43417	10.159	0.000***
TPACK	3.9667	0.52046	2.9556	0.53055	9.705	0.000***

注:*** $p < 0.001$ 。

表4 实验组与对照组前后测结果比较

组别	配对(平均值±标准差)		差值 (前测-后测)	t	p
	前测	后测			
实验组	3.09±0.38	4.06±0.38	-0.98	-9.483	0.000***
对照组	3.09±0.2	3.11±0.21	-0.03	-1.220	0.053

注:*** $p < 0.001$ 。

为了进一步分析TPACK能力在培训实践前后的提升情况,本研究对各维度的数据进行配对t检验(见表5),在培训实践开展后,实验组教师

表5 实验组TPACK各维度前后测结果比较

	配对差值			t	p
	平均值	标准差	标准差 平均值		
TK前后测差值	-1.37900	0.72286	0.13198	-10.449	0.000***
PK前后测差值	-0.90000	0.78565	0.14344	-6.274	0.000***
CK前后测差值	-0.70833	1.77031	0.32321	-2.192	0.037*
PCK前后测差值	-0.68900	0.96313	0.17584	-3.918	0.000***
TCK前后测差值	-1.00033	0.71133	0.12987	-7.703	0.000***
TPK前后测差值	-1.10067	0.82640	0.15088	-7.295	0.000***
TPACK前后测差值	-0.95500	0.61000	0.11137	-8.575	0.000***

注:* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$ 。

TPACK能力各维度都有长足的进步。在差异性分析上,实验组教师TPACK能力各维度前后测差异十分显著,各维度P值均小于0.05。综上分析,基于循证教学的教师TPACK能力培养模型对实验组教师的TPACK能力水平有显著促进作用。

六、总结与不足

教师TPACK能力发展是实现技术、教学内容和教学策略有机融合的重要途径。由于TPACK能力具有学科性的特点,本研究在整理TPACK能力相关文献综述的基础上,引入循证教学理念,并构建基于循证教学的教师TPACK能力培养模型。模型从资源准备阶段、教学设计与实践阶段、工具反思阶段三个方面阐述教师TPACK能力中各要素从理论指导到实践应用的转化,通过循证教学理念引导教师进行全过程的证据审视和反思,实现TPACK能力的全面发展。目前,该模型还存在以下不足:第一,学科性TPACK能力的研究有待深入。本研究由于客观条件限制,对模型有效性的验证只涉及单一学科的知识点,研究范围相对片面。在下一阶段的研究中,将继续探究其他学科的教师TPACK能力与循证教学理念的深度融合,实现教师TPACK能力的全方位提升。第二,样本数量较少。研究对象主要集中在河南省,受地域影响因素较大,实践时间有限。

参考文献

- [1] 崔友兴(2019).论循证教学的内涵、结构与价值[J].教师教育学报,6(2):53-58.
- [2] 戴锡莹,王以宁,张海(2012).整合技术的数学教师教学知识:从理论框架到案例剖析[J].中国电化教育,(12):71-74.
- [3] 黄庆双(2023).中小学教师TPACK转化为数字素养的作用机制研究:一个链式中介模型[J].现代远程教育,(6):43-52.
- [4] 林芳竹,张哲,金哲(2015).境脉因素对TPACK在教学实践中的应用影响研究[J].数字教育,1(2):6-11.
- [5] 柳春艳(2018).教育技术学:从循证走向智慧教育[J].中国电化教育,(10):40-48.
- [6] 刘艳华,徐鹏,王以宁(2015).教师整合技术的学科教学知识(TPACK)境脉因子模型构建研究[J].现代远程教育,(2):60-66.
- [7] 任秀华,任飞(2015).高校教师TPACK现状调查及问题分析[J].现代教育技术,25(4):38-44.

- [8] 吴焕庆, 余胜泉, 马宁(2014). 教师TPACK协同建构模型的构建及应用研究[J]. 中国电化教育, (9): 111-119.
- [9] 徐海鹏, 陈云奔, 罗楠(2022). 循证教学: 英国教师教学专业化的主张与实现路径[J]. 比较教育研究, 44(9): 67-75.
- [10] 袁智强, Marina Milner-Bolotin(2020). 基于TPACK理论的学科教育技术课程研究及启示——以英属哥伦比亚大学“运用技术教数学与科学”课程为例[J]. 数学教育学报, 29(1): 23-28.
- [11] 詹艺, 任友群(2011). 培养数学专业师范TPACK的实验研究[J]. 中国电化教育, (10): 15-23.
- [12] 张进良(2018). 智能化: 智能社会学校教育发展与变革的必然趋势[J]. 教育探索, (1): 13-16.
- [13] 张群, 田格格(2023). AI-TPACK理论视角下教师智能教育素养: 模型构建及培养策略[J]. 开放学习研究, 28(6): 30-40.
- [14] 张新颜(2016). 初中数学教师TPACK结构的探索研究[J]. 数学教育学报, 25(4): 79-83.
- [15] 郑红苹, 崔友兴(2018). “互联网+教育”下循证教学的理念与路径[J]. 教育研究, (8): 101-107.
- [16] 周盼盼, 马志强, 岳芸竹(2021). 从循证教学到机器人引导教学——2021英国《创新教学报告》的创新与超越[J]. 开放学习研究, 26(2): 30-37.
- [17] Davies, P.(1999).What is evidence-based education? [J]. British Journal of Educational Studies, 47(2):108-121.
- [18] Graham, R. C., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., St Clair, L., & Harris, R.(2009). Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers[J]. TechTrends, 53(5):70-79.
- [19] Mishra, P., & Koehler, M. J.(2006).Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge[J]. Teachers College Record, 108(6):1017-1054.
- [20] Schmidt, D. A., Baran, E., & Thompson, A. D.(2009). Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers.[J]. Journal of Research on Technology in Education, 42(2):123-149.
- [21] Whitehurst, G. J.(2002). Evidence-based Education(EBE) [EB/OL]. (2002-10-08)[2024-04-23]. <https://www2.ed.gov/nclb/methods/what-works/eb/edlite-slide001.html>.

作者简介

张宸溪, 云南师范大学信息学院硕士研究生。研究方向: 教育数字化转型。

洪心, 首都师范大学教育学院博士研究生。研究方向: 教育数字化转型、教育大数据。

方海光, 首都师范大学教育学院教授, 博士生导师。研究方向: 人工智能教育、教育大数据。

Research on the Cultivation of Teachers' TPACK Ability Based on Evidence-Based Teaching

ZHANG Chenxi¹, HONG Xin² and FANG Haiguang²

(1. School of Information Science and Technology, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China; 2. College of Education, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

Abstract: How to improve teachers' TPACK ability in subject teaching practice has become an important research topic of digital transformation of education and intelligent teaching environment construction. Based on the literature review of the concept of TPACK ability, this article reflects on current problems existing in teachers' TPACK ability training, and introduces the evidence-based teaching theory to construct teachers' TPACK ability training model. Experiments showed that an evidence-based teachers' TPACK ability training model can effectively improve teachers' TPACK ability in teaching practice.

Keywords: TPACK ability; evidence-based teaching; model construction