

“互联网+”数学教师 TPACK 能力培训模式研究

——以武侯区初中数学教师网络画板培训为例

张景中¹, 陈如仙², 陆兴华³, 徐章韬⁴, 饶永生¹

(1. 广州大学 计算科技研究院, 广东 广州 510006; 2. 广州大学 数学与信息科学学院, 广东 广州 510006;

3. 成都棕北中学, 四川 成都 610000; 4. 华中师范大学 数学与统计学学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 为创设示范性培训模式, 有效提高教师 TPACK 能力, 文章基于 SECI 理论构建“互联网+”下数学教师 TPACK 能力培训模式, 该模式包括教师共同体、课例教学、学科教研结合和常态化教学应用, 强调经验共享、情境式学习、知识组合以及实践应用. 以此模式在成都市武侯区开展初中数学教师网络画板培训, 培训后数据显示教师用户的活跃度及资源数量在平台上的四百六十多个区县中长期排名第一或第二, 月均活跃度是培训前的 5 倍, 月均资源新建数量增长了 21%. 实践结果表明教师对该培训的满意度较高, 教师 TPACK 能力得到显著提高且可持续发展.

关键词: 教师培训; TPACK; SECI; 网络画板

中图分类号: G40-03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9894 (2022) 05-0001-08

引用格式: 张景中, 陈如仙, 陆兴华, 等. “互联网+”数学教师 TPACK 能力培训模式研究——以武侯区初中数学教师网络画板培训为例[J]. 数学教育学报, 2022, 31 (5): 1-8.

1 问题提出

“互联网+”教育是什么? 经过多年探索, 学者们逐渐达成共识: 促进互联网及其衍生的相关技术与教育深度融合, 实现教育全新改革, 创造教育新业态^[1]. “互联网+”促进教师培训模式的整体性更新, 促使以教师为中心的互动培训、资源共享、协作交流的“融合+共享”教师培训模式^[2].

教师培训是教师提高教学能力的重要途径. 2019 年教育部提出总体目标: “通过示范项目带动各地开展教师信息技术应用能力培训, 基本实现校长信息化领导力、教师信息化教学能力、培训团队信息化指导能力显著提升, 全面促进信息技术与教育教学融合创新发展.”^[3]然而, 经过文献研究与调查发现, 存在许多“快餐式”教师培训, 其培训质量得不到保障及培训效果得不到持续发展. 分析其原因, 主要存在以下问题. (1) 没有深入理解教师需求, 培训内容“一刀切”、过于技术化或理论化, 其中大多数为普适技术, 却忽略了学科性的信息技术, 导致教师不了解或不能深入应用学科信息技术^[4]; (2) 没有形成多元化专家团队, 专家团队应包含技术熟练和教学经验丰富的教师, 才能精准地在不同的教学情境下应用技术; (3) 没有创新培训方法, 传统的培训方法单一、低效, 应进一步借助现代信息技术丰富培训方式以带动教师积极性; (4) 没有维持长期、有效的运行机制, 培训效果得不到保证^[5-6].

整合技术的学科教学知识 (technological pedagogical content knowledge, 简称 TPACK) 是“互联网+”时代下学科与信息技术融合的新阶段^[4]. 在国外, TPACK 相关研究在 2000—2020 年间呈增长趋势, 特别是在 2013 年、2019

年出现了大幅增长. 主要研究内容有 TPACK 框架的开发与评估、发展教师 TPACK 的培训策略、TPACK 在各学科教学中的应用等, 主要研究方法有案例研究、定量实证研究、混合研究. 在有关教师发展 TPACK 的培训方面, 其研究成果比较丰富. 一些学者认为 TPACK 框架对于培训教师有很大的助益^[7-8]. Zou 等学者在对 2000—2020 年 TPACK 实证文献研究和调查中发现, TPACK 被大量用于职前和在职教师培训中, 研究指出未来教师培训还是 TPACK 相关研究的重点方向之一^[9]. 在国内, 学者越来越关注教师 TPACK 的研究, 主要研究内容有 TPACK 构成、TPACK 现状调查、TPACK 发展策略, 主要研究方法有思辨研究、问卷调查、比较研究. 一直以来, TPACK 的构成是研究热点, 并逐渐细化 TPACK 构成. 徐章韬、焦建利等学者强调 TPACK 的培养要落实到具体学科中^[4]. 蒋培杰在综述国内信息技术与数学教学融合研究中指出数学教师 TPACK 结构已经有一些探索和成果, 为促进教师专业发展提供了策略制定的依据^[10]. 另外, 中国学者依据中国情况设计 TPACK 量表并进行现状调查, 王煜通过问卷调查方法来调查青海省师范生 TPACK 发展情况, 建议教育部门应为教师提供足够多的培训机会, 让教师得以发展 TPACK^[11]. 但是, 关于培养数学教师 TPACK 的研究比较少, 2016 年左敬亮等通过分析美国“数学教师 TPACK 标准和发展模型”, 描述了数学教师 TPACK 内涵及教师如何达到这些标准^[12]. 孙名符等从理念认识、专业知识、专业技能、专业标准、发展模式等方面分析, 提出信息技术支持下数学教师专业发展的策略^[13]. 这些发展策略为教师 TPACK 培训提供了理论指导, 但是仍比较缺少培养数学教师 TPACK 的实证研究. 总的来说, 数学

收稿日期: 2022-06-21

基金项目: 教育部产学研合作协同育人项目——面向创新思维培养的动态几何课程建设 (202102210006); 中国高等教育学会“2022 年度高等教育科学研究规划课题”——基于“互联网+”的初中数学实验资源建设研究 (22SX0309), 教育数学教学评价研究与实践 (22SX0301)

作者简介: 张景中 (1936—), 男, 河南汝南人, 教授, 博士生导师, 主要从事教育信息技术、教育数学和机器证明研究. 饶永生为本文通讯作者.

TPACK 构成有一定研究成果,亟需进一步研究数学教师 TPACK 的培养模式,让教师真正掌握信息技术与教学深度融合的方法,同时,也需进一步丰富 TPACK 的实证研究,建设示范性的教师 TPACK 培训模式. SECI 是一种知识管理理论,被广泛应用于教师培训中并取得较好培训效果^[14],这对数学教师 TPACK 的培养模式有一定启发意义.

在“互联网+”时代下,互联网具有联通性、协同性、交互性,促进学习者个性化学习、适应性学习和协作学习等,同时也出现了网络直播平台和学习元平台等众多创新教育平台,促进资源共享和资源平衡^[15]. 互联网+教育为教师培训提供了良好的技术基础和丰富资源. 基于上述思考,在 TPACK 框架和 SECI 理论基础上,构建“互联网+”数学教师 TPACK 能力培训模式,以该模式在武侯区开展网络画板教师培训,明晰模式实施的过程和效果,进一步探究模式的有效性.

2 相关研究

2.1 TPACK 概念

整合技术的学科教学知识是指对学科内容知识 (content knowledge, 简称 CK)、教学法知识 (pedagogical knowledge, 简称 PK) 和技术知识 (technological knowledge, 简称 TK) 有机整合,这 3 者是动态平衡的关系^[16]. TPACK 是逐步形成的概念. 最早由舒尔曼提出教学的知识,包括学科内容知识 (CK)、一般教学法知识 (PK) 和学科教学知识 (pedagogical content knowledge, 简称 PCK)^[17]. 2006 年, Mishra 和 Koehler 引入技术知识 (TK), 将 TK、CK 和 PK 两两结合, 分别形成 PCK、TCK 和 TPK 二级知识组^[18], 继而提出了 TPACK 理论框架.

许多学者结合学科特点与 TPACK 框架提出学科 TPACK. Guerrero^[19]结合数学学科特点提出了数学 TPACK 模型,如图 1 所示,包括技术的观念和运用 (conception & use of technology)、基于技术的数学教学 (technology-based mathematics instruction)、基于技术的课堂管理 (technology-based classroom management)、内容的深度和宽度 (depth & breadth of content). 技术的观念和运用是指教师树立正确的信息技术观念,主动了解各信息技术及其所发挥的作用,并能根据自身教学情况选择合适的技术;基于技术的数学教学是指信息技术无缝整合到课程和教学内容体系中以促进教学目标的达成,提高教学质量和教学效率;基于技术的课堂管理是指应用技术组织课堂教学,保证教学顺利展开以及维持学生的专注度和学习热情;内容的深度和宽度是指在教学过程中促进教师能力提升,能把握学生的“可教时刻”,灵活调整教学方法、教学内容等.

2.2 SECI 模型原理

迈克尔·波拉尼 (Michael Polanyi) 在 1958 年将知识分为显性知识和隐性知识,显性知识指用文字、图片、图表、公式、视频等规范化和系统化语言表现出来的知识,隐性知识指人脑中直觉、思维模式等只能意会的知识^[20]. 日本学者野中郁次郎和竹内弘高在基于对显性知识和隐性知识的认识上提出了 SECI 模型^[21].

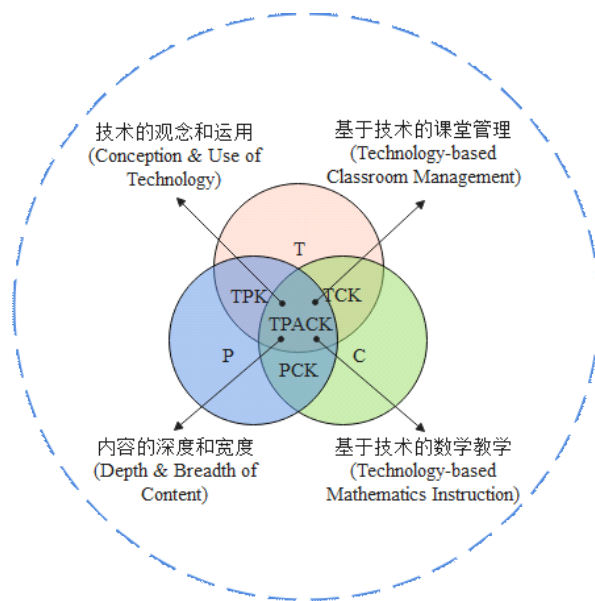


图 1 数学 TPACK 模型

SECI 模型清晰地体现了知识转化的 4 个过程: S 是指隐性知识向隐性知识转化的过程,称为知识的社会化 (socialization),获取隐性知识主要通过观察、模仿和实践的方式; E 是指隐性知识向显性知识转化的过程,称为知识的外显化 (externalization),这是获取知识过程的关键,获取方式主要有类比、模型等; C 是指显性知识向显性知识转化的过程,称为知识的融合化 (combination),主要通过媒体将各种显性概念进行组合; I 是指显性知识向隐性知识转化的过程,称为知识的内隐化 (internalization),在该过程中,将新产生的显性知识自我内化,从而形成自我的隐性知识.

“场”是知识转化和创新过程中的重要场所. 在 SECI 模型中共有创始场、交流场、虚拟场和实践场 4 个场所,供特定阶段的知识分享、使用和创新,从而加速知识超越和创新的进程,随之知识呈螺旋式上升,如图 2 所示.

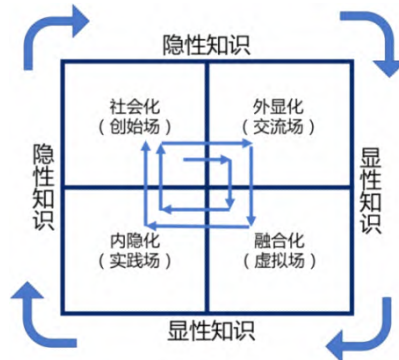


图 2 知识转化 SECI 模型

创始场是隐性知识共享的场所,个人之间通过面对面接触,分享彼此的经验、情绪、感觉和观念,从而产生共鸣、关怀和信任,消除自我与他人之间的障碍,知识在创始场中经过社会化形成经验性知识资产. 交流场是隐性知识转化为显性知识的场所,组内成员通过充分的沟通与交流,对自身的观念进行反思与更新,并转换成专业的概念性知识,知识在交流场中经过外显化形成概念性知识资产. 虚拟场一般指利用信息技术构建的虚拟场所将孤立的显性知识进行互动

与组合,形成系统的显性知识,知识在虚拟场中经过融合化形成系统性知识资产。实践场强调在真实场景中进行训练,并通过及时的评价与反思,促进显性知识内化成自身的隐性知识,知识在实践场中经过内隐化形成常规性知识资产。

2.3 SECI模型促进培养教师TPACK能力的可行性分析

(1) 清晰、有序的知识转化路径。TPACK并非单一的理论知识或经验知识,Angeli等人提出把TPACK看作一个整体的知识体系^[22]。另外,TPACK是发展的知识,Niess把TPACK分成识别、接受、调整、探究和推进5种发展水平^[23]。因此,转化各类知识是融合TPACK的关键环节^[24],SECI模型提供清晰、明确的隐性显性知识之间的转化路径,使得知识转化过程更加高效、有序,继而逐步促进教师TPACK能力融合。

(2) 丰富的场是整合TPACK能力的有效情境。综合的教学情境促进教师“深度融合”设计与实践能力提升^[24]。“场”是SECI模型知识转化的重要场所,教师可依据教学需求选择有效的整合路径,继而促进TPACK能力整合。SECI模型提供具体的场,每个场发挥不同作用,有针对性地促进某部分TPACK能力发展。在创始场,教师通过实例观摩和同行交流了解学科信息技术及其优势,树立良好的技术观念。在交流场,教师在具体案例中学习,掌握何时何地基于学科信息技术的数学教学,促进信息技术与课堂教学的整合。在虚拟场,教师形成系统化知识资产,能顺利进行技术支持下的课堂管理或教研活动,继而促进其对内容深度和广度的理解。在实践场,教师形成常态化知识资产,在实践中综合提升TPACK能力,又可进一步改进教学。

(3) 知识呈螺旋式上升。SECI模型中,每个场产生的新知识,又可以成为下一个场的知识基础,知识在转化过程中得到了质与量的提升。同样地,TPACK能力的发展也是动态提升过程,教师越灵活选择和应用信息技术改进学科教学,越能清晰地理解和有效地整合教学内容、教学方法与信息技术。另外,信息技术日新月异,教师应具备适应和学习

新信息技术的能力,使TPACK能力得以迭代更新。

3 构建“互联网+”数学教师TPACK能力培训模式

恰当的、有学科特点的工具平台是促进学科与信息技术融合的关键点^[4]。动态数学软件是具有可视化、交互式、学科性等特点的数学教育软件,研究表明动态数学软件支持下的教学能降低学生认知负荷^[25],目前动态数学软件主要有几何画板、超级画板、Geogebra和网络画板等。近些年,中国许多中小学逐渐应用动态数学软件进行教学^[26],但是仍有许多教师想用却不知如何用、会用却不知如何用好等情况。研究发现,教师需要某些特定知识来帮助他们在数学课堂中使用信息技术^[27]。网络画板是基于“互联网+”的数学学习平台,具有可视化演示、2D/3D动态作图、交互式资源操作等优势,为数学学习提供可靠的、友好的学习环境^[28];同时具有开放的资源云,打破“资源孤岛”现象,满足教师随时随地获取资源的需求^[29];还具有协作交流空间,“互联网+”拓宽了教学空间,促进共同体协作探究、协作知识构建等^[30]。

在“互联网+”动态数学软件支持下,基于SECI理论提出了“互联网+”数学教师TPACK能力的培训模式,如图3所示。该模式从纵向和横向两个维度出发,逐层递进培养教师TPACK能力。在纵向上,自下而上分为支持层、活动层和知识转化层。支持层是模式的保障,基于“互联网+”的动态数学平台,即网络画板,其为培训发挥“互联网+”优势和提供学科信息技术支持;活动层是模式的关键,建立教师共同体、以课例为载体、学科教研结合及教学常态化应用活动导向;知识转化层是模式的导向,在横向上逐步展开知识社会化、外显化、融合化和内隐化的4个阶段培训环节,知识在这个过程中被不断转化和创造,整合CK、PK、TK和融合TPK、TCK与PCK,继而提高教师TPACK能力。另外,经过一个完整的循环过程,新知识汇入知识共享平台中,优秀新手教师被纳入专家团队中,成为下一个循环的专家型教师,教师共同体不断成长和多元化,知识资产也呈螺旋上升式增长。

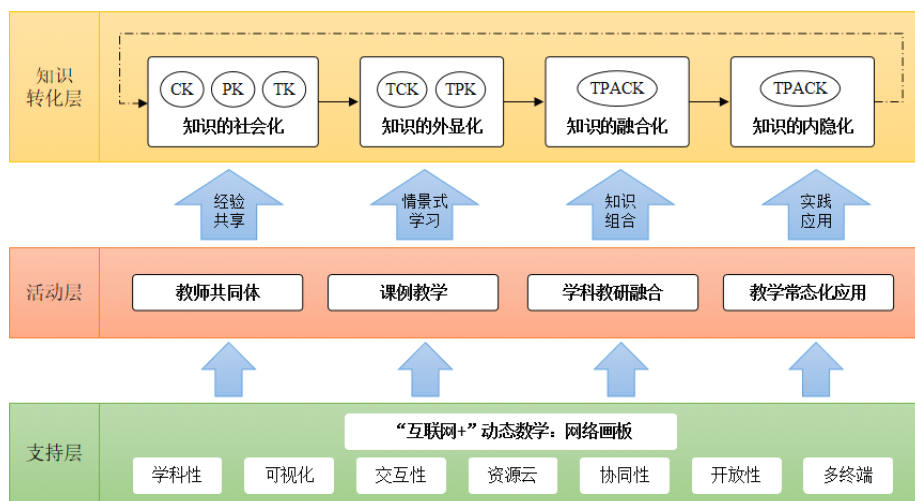


图3 “互联网+”下数学教师TPACK的培训模式

(1) 建立教师共同体——知识的社会化。

培训专家团队主要由网络画板应用能力强、数学教学效

果优秀的专家型教师组成,新手教师作为被培训者。在知识社会化阶段,专家型教师与新手教师通过面对面交流的方

式,彼此轻松地、愉悦地分享与交流 CK、PK、TK。网络画板发挥互联网互动优势,提供交流学习空间,教师可通过浏览并分享资源、自主学习教培模块内容和参与论坛等方式来全面了解学科信息技术及其特点,树立正确信息技术观念,整个阶段完成隐性知识向显性知识的转化。

培训过程中,首先,专家型教师通过问卷、访谈等方式了解新手教师的基本情况和信息技术态度及能力水平。其次,将新手教师根据不同地区、不同教学风格划分为若干个教师共同体,确保教师共同体包含多元类型的新手教师和专家型教师。最后,在该阶段,专家型教师抛出一个任务或者问题(如:在数学教学中可以使用何种信息技术资源),专家型教师与新手教师之间、新手教师与新手教师之间进行头脑风暴、经验交流分享,各自的实践性知识、教学思想和观念得到了有效的碰撞,形成了经验性知识,实现了隐性知识向显性知识的转化过程。

(2) 课例教学——知识的外显化。

专家型教师展示网络画板优秀课例或应用课件创设真实教学情境,新手教师形成信息技术融合教学内容及教学方法的概念性知识。网络画板具有基于互联网的丰富资源云,资源可共建共享,专家型教师通过课例教学的方式来演示优质资源,将隐性的 TPK、TCK 和 PCK 外显化,在这个过程中新手教师形成概念性知识,形成信息技术与课堂教学的整合能力,完成隐性知识向显性知识的转化。

培训过程中,首先,专家型教师对上一阶段提出的教学问题进行归纳和总结,与新手教师建立有效的教学对话^[31]。其次,专家型教师根据情况进行引导并推送学习资源,比如向新手教师提供在网络画板支持下教学的经典课例,并以视频形式展示一节优秀课例,创设真实的教学情境来启发新手教师。然后,新手教师在观看后,分析该课例并分享自己的见解(如:教学优缺点、教学设计思想、网络画板对促进数学教学的作用等)。紧接着,专家型教师分析其设计思想,并现场制作资源。新手教师在专家型教师的指导下,不断熟悉网络画板工具并掌握制作动态数学资源的方法,体会网络画板与教学融合的过程。最后,新手教师在共同体内进行心得分享和课件展示,随后开展自评、同伴互评和专家评定的多元化评价活动,使新手教师得到全面的反馈,同时,专家型教师也能根据评价反馈及时调整培训进程和内容。

(3) 学科教研结合——知识的融合化。

学科教研结合主要包括组织各阶段研讨会、组织新手教师参加各级比赛等活动。在这阶段,新手教师将已形成的显性 TPACK 通过研讨会、微课、论文等形式表达,协同建构显性知识。网络画板发挥超越时空优势,提供学习协作空间,教师通过对资源进行协作学习、协同建构等方式加深对信息技术、教学内容及教学方法深度与广度的理解,逐渐建构显性知识体系并提高 TPACK 能力,实现知识的融合化,即显性知识向显性知识的转化。

在培训过程中,可分阶段举办形式多样的教学研讨。教学研讨为专家型教师与新手教师提供知识分享、交流探讨和学习成果展示的平台,让新手教师的知识体系得以完善、发展和推广。另外,组织新手教师参加各级微课、论文、教学

设计比赛等活动,教师不断巩固前序阶段的学习内容,梳理在教师共同体中与同伴、专家型教师交流所得的显性知识,并将其整合在微课、论文、教学设计等形式中。

(4) 教学常态化应用——知识的内隐性。

教师培训学习还需将理论应用于实践,课堂实践才是检验教师学习效果的试验场^[32]。教师应用网络画板进行教学的过程中,会引发教师对网络画板应用、教学方法以及教学内容的新思考,在思考中内化形成新一轮的隐性知识,实现显性知识向隐性知识的转化。网络画板已辐射推广到全国各个社区,教师可在社区中交流教学体会及协作探究资源,进一步提高整个社区数学教师 TPACK 能力。

在培训过程中,为有效地促进教学常态化应用,可开展教师校级和区级示范课,营造真实的教学场景。在这个过程中,教师进行教学设计、现场教学、多维度评价,不仅能够实现显性知识向隐性知识的转化,还能在与同伴分享、探讨、修改等方式中提升 TPACK 能力。

4 武侯区初中数学教师网络画板培训研究

4.1 培训对象

培训对象为武侯区初中数学教师,共 275 名,并对其进行了信息技术态度及应用能力的调查,发现 98.36% 的教师应用“互联网+”教学资源、动态数学工具等信息技术能力较低,有 90% 的教师认为更需要具有针对学科教学的、课例示范形式的专业培训。

4.2 培训过程

在“互联网+”数学教师 TPACK 能力的培训模式主导下,提供丰富培训资源和先进培训手段,使得每个阶段紧紧相扣,并且教师们积极参与其中。总体上,培训过程比较顺利,具体如下。

教师共同体:通过调查问卷方式了解教师学科信息技术能力和教学经验,将 275 名教师分为组内多元、组间同质的教师共同体,并且每组有一名专家型教师。

课例教学:专家教师向新手教师展示优秀的课例,包括在网络画板中制作可视化、动态化的课件和示范如何在教学中融合运用资源的过程。在该次培训中,培训组织人员专门编写了信息技术教材——《动态数学+互联网》。一方面,教材以教学课例的形式呈现,实现了信息技术与教学紧密结合;另一方面,教材内容选取新手教师的优秀作品,以学科教学体系为线索,删去以往繁、难、偏、旧的内容,具有较强的借鉴意义。这种课例形式的教材不仅符合数学学科的特点和教学方式,还为新手教师提供新的教学方案,提供了显性知识书面表达的参考依据。

学科教研结合:在该次培训中,教学研讨会分为 3 个阶段进行,第一阶段组织召开一次主题为“互联网环境下信息技术与数学课程深度融合”的信息技术应用教学研讨会,第二阶段召开两次主题为“信息技术环境下概念课型教学策略研讨”研讨会,第三阶段召开两次主题为“信息技术环境下复习课课型教学研讨”研讨会。通过几次研讨,逐步提高了教师对信息技术在数学各类型课程的应用能力。

教学常态化应用:首先,教师从义务教育七~九年级数

学课程标准和北师大版初中数学教材中自主选题,运用相关教育理念及网络画板技术撰写教学设计,并将该教学设计分享到教师共同体内,进行同伴互评及修改。其次,专家对示范课进行评价,评价指标分为技术手段与教育理念两方面,验证示范课是否有效深入融合信息技术与数学学科并促进教学效果。评价分为4个等级:优秀、良好、合格和不合格,对考核合格的教师发放网络画板培训合格证书,对考核优秀的教师聘为“网络画板培训讲师”以扩大培训师队伍。

4.3 培训成效

武侯区初中数学教师信息技术培训成效主要体现在两方面。一是有效提高教师TPACK能力,数学教师能够较为熟练地整合学科信息技术、学科知识和教学方法;二是教师TPACK能力得到可持续发展,数学教师在日常教学中常态化应用网络画板,还带动整个武侯区数学教师TPACK提升,创设示范性教师培训项目。

4.3.1 教师TPACK能力有效提高

培训后,对275名参培教师进行了调查,调查内容包括课件完成情况、课件制作能力及教学应用能力。培训期间,参培教师制作课件个数如表1所示,课件制作个数在50个以上的教师超过50%;平均每周使用网络画板课件次数情况如表2所示,每周使用两次及以上的教师超过75%;培训前后,学员制作网络画板课件的操作熟练程度如图4所示,培训前,85.24%教师不会制作网络画板课件,培训后,81.09%教师能比较熟练甚至熟练制作课件。

表1 课件制作个数分布

课件制作(个)	10~29	30~49	50及以上
人数(人)	26	109	140
比例(%)	9.45	39.64	50.91

表2 平均每周使用课件次数分布

平均每周使用网络画板课件(次)	3及以上	2	1
人数(人)	71	136	68
比例(%)	25.82	49.45	24.73

经过培训,教师对培训内容和形式比较满意,有老师认为:“我觉得运用网络画板讲解图形的运动变化、含参数的函数非常有用,现场也可以跟上老师的操作,回家以后还能跟随讲课视频和教材回顾,加深记忆。”也有教师认为培训实践效果良好,如:“大多教师都利用网络画板演示、讲解某些动态变化效果,学生们都期待用网络画板开展探究式课堂教学。”

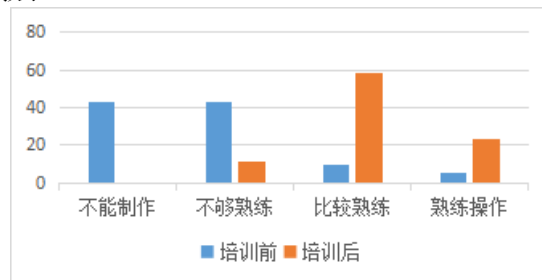


图4 网络画板课件的操作熟练程度(%)

4.3.2 教师TPACK能力可持续发展

武侯区数学教师在该模式培训下,经过多次培训和实践,教师们在教学和科研上收获了许多成果,培训模式被逐渐推广。网络画板平台数据显示,武侯区用户活跃度呈上升趋势,在四百六十多全国县级区中活跃度排名第二(见图5)。2020年8月—2021年5月(其中假期的1、2月份不参与统计),月均活跃度为819.5次,2021年6月—2022年4月(其中假期的1、2月份不参与统计),月均活跃度4172.9次,约是培训前的5倍(见图6)。数据表明:在培训后,教师主观上接受网络画板,认同网络画板在教学中发挥的作用,并积极将网络画板与学科知识、教学方法深度融合。

全国 (772)

筛选: 不限 省级 地市级 区县级 搜索区域

仅显示有用户的区域

空间名称	区域名称	类型	学校数 ↓	非空学校 ↓	用户数 ↓	资源数 ↓	应用次数 ↓
四川省成都市青白江区	青白江区	区县级	111	23	902	15756	137118
四川省成都市武侯区	武侯区	区县级	262	14	454	19770	81423
广东省广州市番禺区	番禺区	区县级	568	33	333	6787	80353
广东省广州市海珠区	海珠区	区县级	308	3	56	1325	59909
湖南省长沙市雨花区	雨花区	区县级	332	13	109	1209	56984
内蒙古鄂尔多斯市乌审旗	乌审旗	区县级	51	3	7	4629	52169
浙江省台州市椒江区	椒江区	区县级	223	1	79	3350	39717
贵州省遵义市仁怀市	仁怀市	区县级	421	4	35	7611	35447
四川省成都市邛崃市	邛崃市	区县级	127	15	34	4452	33980
浙江省温州市经济开发区	经济开发区	区县级	56	2	4	6813	30497

图5 武侯区在全国区县级中应用次数排名

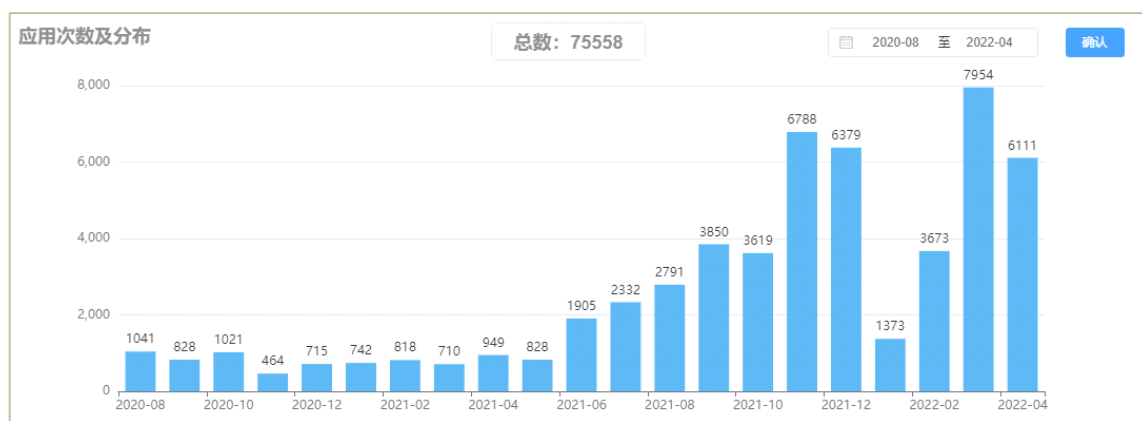


图 6 武侯区用户活跃度

通过这次培训,形成了丰富的资源共享社区。网络画板平台数据显示,武侯区的资源总数达到 17 860 个(见图 7),武侯区在四百六十多个全国县级区中资源总数排名第一(见图 8)。其中素材原创有 13 805 个,其占资源总数的 77.3%,可见用户积极性非常高,能够较为熟练使用网络画板,并能根据教学需求进行创作;另外,素材再创有 2 636 个,其占资

源总数的 14.76%,可见教师能较好地进行知识组合化,有效提高素材利用率;2020 年 8 月—2021 年 5 月(其中假期的 1、2 月份不参与统计),月均资源新建数量为 441 个,2021 年 6 月—2022 年 4 月(其中假期的 1、2 月份不参与统计),月均资源新建数量 534 个,较培训前,增长了 21%。

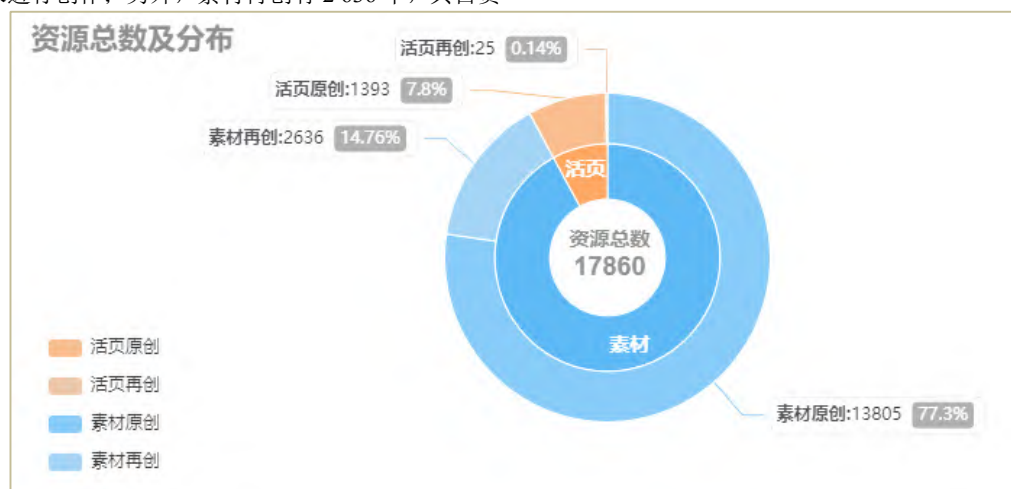


图 7 武侯区教学资源总数及分布

全国 (772)

筛选: 不限 省级 地市级 区县级 搜索区域 ☒ 仅显示有用户的区域

空间名称	区域名称	类型	学校数 ↓	非空学校 ↓	用户数 ↓	资源数 ↓	应用次数 ↓
四川省成都市武侯区	武侯区	区县级	262	14	454	19770	81423
四川省成都市青白江区	青白江区	区县级	111	23	902	15756	137118
贵州省遵义市仁怀市	仁怀市	区县级	421	4	35	7611	35447
浙江省温州市经济开发区	经济开发区	区县级	56	2	4	6813	30497
广东省广州市番禺区	番禺区	区县级	568	33	333	6787	80353
四川省雅安市石棉县	石棉县	区县级	57	2	3	4756	23618
吉林省吉林市磐石市	磐石市	区县级	251	5	7	4681	17991
内蒙古鄂尔多斯市乌审旗	乌审旗	区县级	51	3	7	4629	52169
四川省成都市邛崃市	邛崃市	区县级	127	15	34	4452	33980
山东省济南市槐荫区	槐荫区	区县级	240	13	32	4233	21458

图 8 武侯区在全国区县级中资源总数排名

综上,培训后武侯区数学教师TPACK能力水平明显提高。一方面,大多数教师在教学实践中深度融合学科信息技术,获得了各种教学成果,继而提高教学效率、质量和减少教师负担;另一方面,教师TPACK能力可持续发展,教师能长期融合应用学科信息技术、学科知识及教学方法,武侯区整体数学教师的TPACK能力得到提高。

5 总结

基于SECI理论构建了“互联网+”数学教师TPACK培训模式,该模式主要有以下优势。

(1)共建共享的资源云。优质资源是教师学习的重要载体,教师在学习优秀资源时形成隐性知识,同时通过资源制作把隐性知识外显化,进一步巩固知识。

(2)培训方式多样。建立教师共同体,可以进行知识分

享、知识实践和知识评价,继而融合理论知识和实践知识,为显性知识和隐性知识之间的转化提供丰富的场。

(3)注重培训成果多样化。培训成效不仅注重数学资源的制作,也注重资源与教学的融合应用和科研能力的提升,让教师在实践中学会思考问题与作决策。

(4)注重培训效果的持久影响。该模式并不是“快餐式”培训,教师通过参与多种活动来巩固与提高TPACK能力,最后落实到日常教学中,所学知识得到持续的应用并不断地叠加上升。

以“武侯区初中数学教师网络画板培训”为例进行研究,实践结果表明:武侯区整体数学教师的TPACK能力得到显著提升,并取得了良好的教学成果,创设了示范性教师培训模式。

[参考文献]

- [1] 陈丽,郑勤华,徐亚倩.互联网驱动教育变革的基本原理和总体思路——“互联网+教育”创新发展的理论与政策研究(一)[J].电化教育研究,2022,43(3):5-11.
- [2] 曾海,李娇儿,邱崇光.智慧师训——基于新一代信息技术的教师专业发展新生态[J].中国电化教育,2019(12):116-122.
- [3] 中华人民共和国教育部.教育部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[EB/OL].(2019-03-21)[2022-06-20].http://m.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201904/t20190402_376493.html.
- [4] 徐章韬,陈矛.指向深度融合:基于标准发展教师TPACK[J].教育发展研究,2017,37(10):14-19.
- [5] 吕世虎,叶蓓蓓.西部民族地区中小学数学教师培训的“现状”“问题”及“对策”[J].数学教育学报,2013,22(5):78-81.
- [6] 李化侠.后义务教育均衡时代中小学数学教师培训状况调查研究——以青岛市数学教师为例[J].数学教育学报,2017,26(5):6-11.
- [7] SETIAWAN H, PHILLIPSON S, ISNAENI W. Current trends in TPACK research in science education: A systematic review of literature from 2011 to 2017 [J/OL]. Journal of Physics: Conference Series, 2019. <https://doi.org/10.1008/1742-6596/1317/1/012213>.
- [8] VOOGT J, FISSER P, PAREJA R N, et al. Technological pedagogical content knowledge: A review of the literature [J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2013, 29 (2): 109-121.
- [9] ZOU D, HUANG X, KOHNKE L, et al. A bibliometric analysis of the trends and research topics of empirical research on TPACK [J/OL]. Education and Information Technologies, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10991-z>.
- [10] 蒋培杰,牛伟强,熊斌.国内信息技术与数学教学融合研究述评[J].数学教育学报,2020,29(4):96-102.
- [11] 王煜,孔令钰,郭承育.地方院校数学师范生TPACK的年级差异性分析——以青海省为例[J].数学教育学报,2021,30(3):90-95.
- [12] 左敬亮,方勤华,程壺松.美国“数学教师TPACK标准和发展模型”——数学教师有效使用技术的新焦点[J].数学教育学报,2016,25(2):44-48.
- [13] 孙名符,李保臻.信息技术支持下的数学教师专业发展策略探讨[J].电化教育研究,2009,30(11):113-117.
- [14] 王阿习,陈玲,余胜泉.基于SECI模型的教师培训活动设计与应用研究——以“跨越式项目全国中小学语文和英语骨干教师培训为例”[J].中国电化教育,2016(10):24-30.
- [15] 何克抗.21世纪以来的新兴信息技术对教育深化改革的重大影响[J].电化教育研究,2019,40(3):5-12.
- [16] MISHRA P, KOEHLER M J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge [J]. Teachers College Record, 2006, 108 (6): 1 017-1 054.
- [17] SHULMAN L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform [J]. Harvard Educational Review, 1987, 57 (1): 1-23.
- [18] KOEHLER M, MISHRA P. What is technological pedagogical content knowledge [J]. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2009, 9 (1): 60-70.

- [19] GUERRERO S. Technological pedagogical content knowledge in the mathematics classroom [J]. Journal of Digital Learning in Teacher Education, 2010, 26 (4): 132–139.
- [20] POLANYI M. Study of man [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1958: 11–38.
- [21] NONAKA I, TAKEUCHI H. The knowledge-creating company [M]. New York: Oxford University Press, 1995: 44–57.
- [22] ANGELI C, VALANIDES N, CHRISTODOULOU A. Theoretical considerations of technological pedagogical content knowledge [M] // HERRING M C, KOEHLER M J, MISHRA P. Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators. New York: Routledge, 2016: 11–32.
- [23] NIESS M L, RONAU R N, SHAFFER K, et al. Mathematics teacher TPACK standards and development model [J]. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2009, 9 (1): 4–24.
- [24] 周佳伟, 王祖浩. 信息技术与学科教学如何深度融合——基于 TPACK 的教学推理[J]. 电化教育研究, 2021, 42 (9): 20–26, 34.
- [25] BOKOSMATY S, MAVILIDI M F, PAAS F. Making versus observing manipulations of geometric properties of triangles to learn geometry using dynamic geometry software [J]. Computers & Education, 2017 (113): 313–326.
- [26] 谭奇, 袁智强. 整合技术的数学问题解决框架及其应用[J]. 数学教育学报, 2021, 30 (4): 48–54.
- [27] 诸方淳, 徐斌艳. 动态数学环境下的教师知识——工具编配视角[J]. 数学教育学报, 2022, 31 (2): 21–25.
- [28] 管皓, 秦小林, 饶永生, 等. 基于 Web 的动态几何软件领域模型及其应用[J]. 计算机应用, 2020, 40 (4): 1 127–1 132.
- [29] 管皓, 秦小林, 饶永生. 动态数学数字资源开放平台的研究与设计[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2019, 51 (5): 14–22.
- [30] 陈革英. 基于智慧校园的线上线下教学融合实践与创新——以宁夏“互联网+教育”示范区标杆校为例[J]. 中国电化教育, 2021 (12): 117–122.
- [31] 蒋纪平, 胡金艳, 张义兵. 知识建构学习社区中“观点改进”的发展轨迹研究[J]. 电化教育研究, 2019, 40 (2): 21–29.
- [32] 陈莉, 刘颖. 从教师培训到教师学习: 技术支持教师专业成长的途径与策略[J]. 中国电化教育, 2016 (4): 113–119, 127.

Research on Training Model for Mathematics Teachers' TPACK under the Background of "Internet+" ——Taking the NetPad Training for Middle School Mathematics Teacher in Wuhou District as an Example

ZHANG Jing-zhong¹, CHEN Ru-xian², LU Xing-hua³, XU Zhang-tao⁴, RAO Yong-sheng¹

(1. Institute of Computing Science and Technology, Guangzhou University, Guangdong Guangzhou 510006, China;

2. School of Mathematics and Information Science, Guangzhou University, Guangdong Guangzhou 510006, China;

3. Chengdu Zongbei High School, Sichuan Chengdu 610000, China;

4 School of Mathematics and Statistics, Central China Normal University, Hubei Wuhan 430070, China)

Abstract: In order to create an exemplary training model for improving teachers' TPACK, we construct a training model based on the SECI theory for mathematics teachers' TPACK under the background of "Internet+". This model includes the community of teacher, case study of teaching, integration of teaching and academic research, and application of regular teaching; furthermore, it emphasizes experience sharing, situational learning, knowledge combining, and practical application. This model was used to carry out NetPad training for mathematics teachers of middle schools in Wuhou district. The data after training on the platform shows that the activity of teacher users and the number of resources always rank 1st or 2nd among more than 460 districts in China. The average monthly users' activity is 5 times higher than that before the training, and the average monthly number of new resources has increased by 21%. The results show that teachers are highly satisfied with the training and teachers' TPACK ability has been significantly improved and is sustainably developed.

Key words: teacher training; TPACK; SECI; NetPad

[责任编辑: 周学智、陈汉君]