

培养数学专业师范生 TPACK 的实验研究*^①

詹 艺¹,任友群²

(1.华东师范大学 教育信息技术系,上海 200062; 2.华东师范大学 课程与教学研究所,上海 200062)

摘要:2006 年,美国密歇根州立大学的 Mishra 和 Koehler 提出、阐述了 TPACK 的概念,并指出 TPACK 是教师使用技术进行有效教学所必须的知识。自提出以来,国外涌现出大量的 TPACK 相关研究。本研究是在借鉴国外理论和方法的基础上,在国内语境下进行的一次实验研究,研究的过程和数据都具有一定的原创性。本研究围绕“怎样的课程能够有效提升师范生的 TPACK 水平?”这一问题,以上海市某高校数学专业的师范生为例,参照 Mishra 和 Koehler 所采用的“设计学习”方法,Bracha Kramarski 和 Tova Michalksy 的“自我提问”策略设计微型课程并进行教学实验。同时,参照 Schmidt 等人、Archambault 和 Crippen 开发的量表,设计数学教师 TPACK 量表,对微型课程实施前后师范生的 TPACK 水平进行了测量。前后测量表的数据显示,微型课程取得了一定的效果,师范生的 TPACK 水平获得了提升。

关键词:TPACK;设计学习;TPACK 量表

中图分类号:G434 **文献标识码:**A

一、研究缘起

教师教育信息化一直是各国关注的教育热点问题之一,它包括了教师教育内容的信息化和教师教育过程的信息化两个方面^[1]。其中,教师教育内容的信息化指代现代信息技术本身作为教师专业知识框架的组成部分,也就是我们通常所说的教师教育技术能力。而教师的信息技术和课程教学整合的能力又是其中尤为重要的一部分。

目前,我国培养师范生教育技术能力的传统方法是,开设诸如“现代教育技术”之类的课程,教授 Word、PowerPoint 等软件,关注的通常是硬技术。这类课程通常被设置为公共类课程,不同学科专业的师范生接受的教学内容也通常是一致的。如今,研究者们都开始对“软件术”报以更多的关注,尤其是在“软技术”的开发中占有重要分量的“设计”主题^[2]。因此孤立地学习技术的方法并非有效。尽管师范生学习了大量的信息技术知识,但由于这些知识是脱离具体教学情境的,因此师范生并不一定能在未来的课堂教学中进行信息技术和教学的有意义整合。

2006 年,美国密歇根州立大学的 Punya Mishra

和 Matthew J. Koehler 教授以 Shulman 提出的 PCK 为基础,提出并详细阐述了整合技术的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK)的概念,为信息时代的教师专业知识提供了清晰的架构。TPACK 框架中包含 7 个元素,其中 3 个为核心元素:技术知识(Technology Knowledge,以下简称 TK)、教学法知识(Pedagogical Knowledge,以下简称 PK)、学科内容知识(Content Knowledge,以下简称 CK)。另 4 个为核心元素相互交叉形成的复合元素:整合技术的教学法知识(Technological Pedagogical Knowledge,以下简称 TPK)、整合技术的学科内容知识(Technological Content Knowledge,以下简称 TCK)、学科教学知识(Pedagogical Content Knowledge,以下简称 PCK)、整合技术的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge,以下简称 TPACK)。Mishra 和 Koehler 在研究中指出,TPACK 是教师使用技术进行有效教学所必须的知识,应该在具体的教学设计情境中获得^[3]。时至今日,TPACK 正逐渐成为国外教师教育领域研究者的关注点之一,并已涌现出大量有关教师 TPACK 测量、培养和发展的研究^[4-6]。这些研究所取得的成果为

* 本文系教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“学习与课程之关系研究”(项目编号:2009JJD880011)的成果之一,并得到“新世纪优秀人才支持计划”资助。

① 本文中未注明出处的数据均来自作者的实验。

我国师范生 TPACK 的培养提供了有力的借鉴。

本研究的主要问题是：怎样的课程能够有效提升师范生的 TPACK 水平？本研究以实证为出发点，借鉴 Mishra 和 Koehler 的教学方法，设计了一门“设计学习”微型课程。同时，借鉴国外较为权威的 TPACK 量表，设计了教师 TPACK 量表，用于测量师范生的 TPACK 水平。本研究采用单组前后测的方法，在微型课程开展的前后测量师范生的 TPACK 水平，根据前后测的数据得出研究结论。鉴于 TPACK 概念强调学科针对性，本研究以数学学科为例，选择数学专业的师范生作为实验的被试，并针对数学学科设计量表和微型课程。

二、研究设计

本研究选取上海市某高校数学专业大三年级的师范生为研究被试。参与微型课程的师范生共计 20 名，其中男生 4 名，女生 16 名，均为自愿报名参加。这 20 名师范生均修读过“教育学原理”课程，正在修读“心理学基础”课程，具备一定的教学法知识基础。20 名师范生中只有 1 名没有事先修读过如“现代教育技术”的教育技术类课程。因此，总体来说，参与微型课程的 20 名师范生均已具备了一定的数学专业知识、教学法知识和信息技术知识背景。

（一）数学教师 TPACK 量表设计

1. 国外量表简述

目前，国外较为权威的 TPACK 量表有美国爱荷华州立大学的 Denise A. Schmidt 等人联合 TPACK 的提出者 Mishra 和 Koehler 等人设计的“职前教师教学与技术知识调查”问卷^[7]、美国亚利桑那州立大学的 Leanna Archambault 联合美国达拉斯维加斯分校的 Kent Crippen 设计的“K-12 在线教师”问卷^[8]。

2009 年，Schmidt 等人以爱荷华州立大学早期幼儿教育和小教教育专业的职前教师为对象，开发设计了“职前教师教学与技术知识调查”问卷，并撰文详述了设计和修正过程，同时公布了量表中每个部分题目的内部一致性数值和每一题的因素负荷值^[9]。在发布问卷的同时他们还表示，该问卷的量表部分可供其他研究者参考、修正并使用。

Schmidt 等人的问卷包含 9 道基本信息题、58 道量表测量题、2 道开放式问题。其中，量表部分又分为 TK(7 题)、CK(数学、社会科、科学、文学各 3 题，共 12 题)、PK(7 题)、PCK(4 题)、TCK(4 题)、TPK(5 题)、TPACK(8 题)、TPACK 示范(11 题)8 个子部分。前 7 个部分分别体现出了 TPACK 框架中的 7 个元素，均为从“非常不同意”到“非常同意”

的 5 级程度判断题。由教师根据自己对每一题题干表述，如(“I can use a literary way of thinking.”)的同意程度进行选择。

早在 2006 年，Archambault 和 Crippen 就在有关内华达州的在线教师培养的研究中开发设计了基于 TPACK 框架的量表。在此后的 2 年时间里，该量表经过了大量的修正，并在 2009 年有关美国 K-12 在线教师的调查中得以应用。该项调查共涉及来自阿拉斯加州、阿肯色州、亚利桑那州、加利福尼亚州等 25 个州的 596 名担任 K-12 在线课程的教师。Archambault 和 Crippen 在呈现调查结果的同时，也给出了量表中各部分的内部一致性数值，并分析了各部分得分之间的关系^[10]。

Archambault 和 Crippen 的量表同样按照 TPACK 框架的 7 个元素分成 7 个部分。其中 PK、TK、CK、TCK 4 个部分分别包含了 3 道题，其余 3 个部分分别包含了 4 道题，共计 24 题。每一题的题干均描述了教师的某种能力，如“My ability to implement district curriculum in an online environment”。教师根据每个题干所描述的内容和自身能力情况，进行从“很差”到“精通”的 5 级能力水平选择。

以上两份国外量表均以 TPACK 为框架，根据 TPACK 中 7 个元素的定义，列举出代表各元素的题目形成最终量表。其次，两份量表均采用自评的形式，让教师根据题干和自身情况，进行 5 级程度的选择。第三，两份量表均经历了设计、应用检验、修正，具有一定的可信度和参考价值。

除此之外，两份量表在应用对象、题量、题干表述的具体程度 3 个方面表现出一定的差异。Schmidt 等人的问卷以学前和小学教师为对象，涵盖的科目包含数学、科学、社会科、文学 4 类，题量较多，且题干的表述较笼统泛化。Archambault 和 Crippen 的量表则以 K-12 的在线教师为对象，并未对具体的科目做出限制，且题量较少，题干的表述较为具体。

2. 数学教师 TPACK 量表设计

笔者基于以上两份国外 TPACK 量表，经过初设计、试测、再设计、再试测 4 个步骤，开发出数学教师 TPACK 量表。

在量表的初设计阶段，笔者对 Schmidt 等人的量表进行了编译，保留了有关数学学科的题目，删除了有关科学、社会科、文学，以及 TPACK 示范部分的所有题目，量表中共计余下 29 题。随后，笔者以发放纸质问卷和电子问卷的形式，于 2010 年 9 月底进行了量表的试测。参与试测的师范生(或教师)来自(或毕业于)上海、浙江、安徽的 3 所高校，共计 30 名，其中男生 11 名，女生 19 名。

根据试测的效果及被试测者对量表提出的反馈意见,笔者首先对量表中的部分题目的题干表述进行了调整。其次,鉴于删减后的量表中,PCK和TCK部分分别只剩1道题目,笔者借鉴了Archambault和Crippen量表中这两部分的题目后,在量表中增添了4道题目。2010年10月底,笔者以发放纸质问卷的形式,对量表进行了再试测。参与再试测的为来自上海A高校数学专业一年级至三年级的师范生。再试测总计发出120份问卷,回收86份,回收率为71.67%。其中有效问卷为66份(女生35名,男生31名),有效率为76.74%。

3. 量表信效度分析

根据再试测阶段收集到的66份有效问卷的数据,笔者对量表进行信度和效度的分析。在分析开始之前,笔者对师范生的回答进行了编码。其中,“非常同意”记为5、“同意”记为4、“既不同意也不反对”记为3、“不同意”记为2、“非常不同意”记为1。分别计算7个部分的平均分,记为每个部分的得分。

笔者首先采用因素分析法,分析检验量表的结构效度,以检查题目测量理论结构和特质的程度,为题目筛选提供依据。然后,采用双变量相关分析检验量表的内容效度,以检查各题目与量表各部分所要检测的内容的一致性,为题目筛选提供依据。最后,采用可靠性分析检验量表的内在信度,以检查整份量表和量表各部分的可靠性和稳定性。

(1) 结构效度分析

鉴于Schmidt等人的量表已经过一定的信度、效度检验,且笔者在量表设计过程中,未对各题目所属的部分作过大的调整。因此,笔者仅针对各部分进行因素分析,不再对整份量表进行因素分析。

按照Kaiser的观点,进行因素分析的普通准则是KMO值大于0.6^[11]。KMO值小于0.5时,较不宜做因素分析。除TCK部分外,量表各部分的KMO值分布范围为0.632至0.836之间,均大于0.6,因此适宜做因素分析。虽然TC部分的KMO值为0.586,略小于0.6,但其Bartlett球度检验结果的显著性达到0.000,小于显著性水平0.05,因此也适宜做因素分析。

笔者使用主成分分析法提取公因素,配合最大变异法进行直交转轴,按照Kaiser-Guttman的规则,提取特征值大于1的主成分为公因素。题目筛选标准^[12]为:a.各部分题目保留一个公因素。当一个部分抽取多个公因素时,删除部分题目进行降维;b.删除公因子共同度<0.2(即因素负荷值<0.45)的题目。

经过第一次因素分析后,除TK部分抽取2个公因素外,其余6个部分均只抽取出一个公因素,且

公因素共同度值分布范围为0.361至0.767,均大于0.2(如下页表1所示),表示这6个部分中的题目均能有效反映其因素构念。因此,只需删除T部分的题目进行降维。

在TK部分中,公因素1包含5个题目,公因素2包含2个题目:第3题、第4题。鉴于第4题“我经常‘摆弄’技术”的因素负荷值为0.918,大于第3题的0.756,因此先删除第4题后再进行第二次因素分析。此时,TK部分的KMO值变为0.859,仍适宜做因素分析,且只抽取出一个公因素。公因素共同度值的范围范围为0.504至0.638,均大于0.2,表示删除后TK部分的题目均能有效反映其因素构念。

因此,二次因素分析过后,量表剩余32题,各部分题目的公因素共同度和因素负荷值如下页表1所示。后续的内容效度和内部一致性分析均以剩余的32题的数据为依据。

(2) 内容效度分析

笔者采用双变量相关分析的方法,计算在各部分中,各题得分与总分的积差相关系数和显著性水平,以检测量表各部分的内容效度。题目筛选标准^[13]为:a.删除相关系数<0.4的题目;b.删除相关显著性程度>0.05的题目。相关分析的统计结果如下页表2所示。

从下页表2中可以看出,各题得分与所属部分总分积差相关系数分布范围为0.631至0.874,且均为0.01水平(双侧)上的显著相关。其中,总计有31道题目的得分和所属部分总分之相关系数达到0.7以上。这说明,整份量表中所有题目均很好地表达出该部分所要检测的内容,即具备较好的内容效度,因此保留全部题目,不做删减。

(3) 内在信度分析

笔者采用可靠性分析,统计得出量表中7个部分和总量表的内部一致性数值如下页表3所示。

从下页表3可以看出,量表中的7个部分的Alpha值分布为0.608至0.874,均高于0.60,因此认为每个部分都的内部一致性尚佳。整份量表的Alpha值达到了0.935,大于0.90,认为整份量表的信度非常理想^[14],因此保留全部题目,不做删减。

综上所述,经过结构效度、内容效度和内在信度分析后,最终量表分7个部分,共计32题。其中,TK部分6题、CK部分3题、PK部分6题、PCK部分4题、TCK部分3题、TPK部分5题、TPACK部分5题。

(二)“设计学习”微型课程设计

“设计学习”微型课程采用国外学者普遍认同的“设计学习”策略,其目标为:让师范生在设计具体教

表 1 量表各题的公因素共同度、因素负荷值

技术知识(Technological Knowledge,TK)	共同度	因素负荷
1.当我遇到技术问题(例如,光驱无法弹出、网络连接失败等)时,我能够自己解决这些问题	0.638	0.799
2.我能不费力地学会技术	0.566	0.750
3.我能紧跟主要的最新技术	0.504	0.710
5.我知道很多不同的技术	0.572	0.757
6.我具备我所使用的技术所必须的技能	0.567	0.753
7.我有充足的机会在学习、工作中使用不同的技术	0.533	0.730
学科内容知识(Content Knowledge,CK)	共同度	因素负荷
8.我有充足的数学知识	0.639	0.844
9.我能使用数学进行思维	0.767	0.883
10.我有多种途径和策略发展我对数学的理解	0.716	0.778
教学法知识(Pedagogical Knowledge,PK)	共同度	因素负荷
11.我知道如何对学生的课堂表现进行评价	0.565	0.751
12.我能够根据学生当前的知识理解状况对我的教学进行调整	0.564	0.751
13.我能够根据学习者的差异调整我的教学风格	0.712	0.844
14.我能够采用多种方式评价学生的学习过程和所学到的知识	0.604	0.777
15.我能够在课堂中使用多种教学方法。例如,合作学习、直接教学、探究学习、基于问题/项目的学习等	0.547	0.740
16.我知道如何组织并维持课堂管理	0.515	0.828
学科教学知识(Pedagogical Content Knowledge,PCK)	共同度	因素负荷
17.我知道如何选择有效的教学方法,引导学生的数学思维和学习	0.473	0.688
18.我知道不同的数学主题都需要采用不同的教学方法	0.361	0.600
19.我熟悉学生对某个具体的数学概念的常见理解和误概念(注:误概念,即 Misconception,是指在教学进行之前和进行过程中,学生头脑中形成的朴素概念、前概念。这些概念通常是错误的,或者与科学概念不一致的,违背科学原理的)	0.603	0.776
20.我能够帮助学生注意到数学学科中不同概念之间的联系	0.576	0.759
整合技术的学科内容知识(Technological Content Knowledge,TCK)	共同度	因素负荷
21.我能选择合适的表征技术(如多媒体、可视化等)来呈现具体的数学概念,从而使得学生能够更好地理解这些概念	0.698	0.835
22.我能选择合适的技术促进学生的误概念向科学概念进行转变	0.584	0.764
23.我了解能用于做数学(Doing Mathematics)的技术	0.413	0.643
整合技术的教学法知识(Technological Pedagogical Knowledge,TPK)	共同度	因素负荷
24.我能选择一项技术,用于提升课堂教学方法的成效	0.603	0.777
25.我能选择一项技术,用于增进学生的课堂学习	0.661	0.813
26.我所接受的教师教育课程指引我深入地思考技术是怎样对我所使用的课堂教学方法产生影响的	0.516	0.718
27.我能批判性地思考如何在课堂中使用技术	0.574	0.758
28.我能够对我所学的技术进行改编,应用于不同的教学活动中	0.626	0.791
整合技术的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge,TPACK)	共同度	因素负荷
29.我能恰当地将数学、技术和教学方法整合到课堂教学中	0.663	0.814
30.我能够选择一项技术,来增进我所教的内容、学生的学习以及我的教学方法	0.739	0.860
31.我能够使用我所学的策略,整合学科内容、技术和教学方法	0.683	0.826
32.我能够在帮助我的同学等其他人协调使用学科内容、技术和教学法时发挥领导作用	0.618	0.786
33.我能够为一堂课选择一项技术,用来增进所教的内容	0.625	0.790

表 2 量表内容效度统计结果

部分	题目	相关系数	P值	部分	题目	相关系数	P值
TK	T1	0.804	.000	TPK	TP1	0.774	.000
	T2	0.760	.000		TP2	0.801	.000
	T3	0.701	.000		TP3	0.739	.000
	T5	0.746	.000		TP4	0.751	.000
	T6	0.754	.000		TP5	0.792	.000
	T7	0.732	.000	TCK	TC1	0.811	.000
	PK	P1	0.738		.000	TC2	0.735
P2		0.742	.000		TC3	0.701	.000
P3		0.830	.000	TPK	PC1	0.720	.000
P4		0.775	.000		PC2	0.631	.000
P5		0.758	.000		PC3	0.751	.000
P6		0.737	.000		PC4	0.726	.000
CK	C1	0.811	.000	TPACK	TPC1	0.814	.000
	C2	0.874	.000		TPC2	0.858	.000
	C3	0.836	.000		TPC3	0.828	.000
					TPC4	0.790	.000
					TPC5	0.788	.000

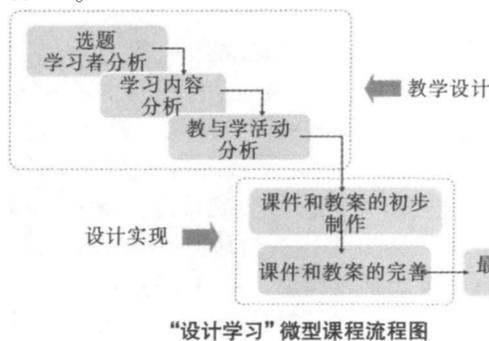
表 3 量表各部分内部一致性分析

类别	Crobache' s Alpha (N=66)
TK	0.844
CK	0.792
PK	0.855
PCK	0.688
TCK	0.608
TPK	0.828
TPACK	0.874
总量表	0.935

学方案的过程中,对信息技术、学科内容和教学法做出选择和设计,深入思考这三者之间的关系和相互作用。这一策略在“设计学习”微型课程中,师范生被要求以小组为单位,自选某个数学主题进行教学方案设计和课件制作,并且必须在所设计的教学方案中体现出信息技术和数学教学的整合。

1. 微型课程流程设计

“设计学习”微型课程的流程(如下图所示)参考了教学设计的流程,包括“六次课”“两个阶段”“七个活动”。



其中,前三次课为“教学设计”阶段。在该阶段中,师范生依次进行“选题”“学习者分析”“教学内容分析”“教与学活动分析”4个活动。第四和第五次课为“设计实现”阶段。在该阶段中,师范生根据前一阶段的设计结果,完成“课件和教案的初步制作”“课件和教案的完善”两个活动。在这个过程中,他们可以对之前所做的设计进行调整。在最后一次课上,每个小组将最终作品进行呈现并作陈述,并完成对其他小组的作品进行打分和评价的活动。

2. 支持性策略设计

“设计学习”的教学方法是由致力于 CBR 理论与方法研究的知名学者,美国乔治亚理工学院的 Janet L. Kolodner 和同事们一起,以中学科学学习为背景,运用 CBR 原理开发而来的,旨在促进学生在应用知识解决设计问题的过程中实现对科学概念与技能的深度学习^[15]。Mishra 和 Koehler 在设计教师培训项目时就参考了 Kolodner 的研究。

为了确保师范生能够在“设计学习”微型课程中顺利地、保质保量地完成教学方案的设计,并获得 TPACK 的发展,笔者以 Kolodner 的“设计学习”理论和国外有关教师 TPACK 发展的文献为依据,在微型课程的实施过程中设计了“组内讨论—组间交流”“提出雏形—完善细化”“问题引导和工作单填写”“提供案例和资料”4条支持性的策略。

(1) 支持师范生的设计过程

a. 组内讨论—组间交流

Kolodner 等人曾将科学学习境脉中得出的研究结论,推演到技能学习境脉内,提出“设计学习”需要建立在一定的策略之上。其中包括让学生将决策背后的推理明晰地呈现出来、让学生互相学习从而调动学习兴趣和动机。这主要是通过提供公开陈述、交流意见的机会来实现的^[16]。同时,安排固定的公开陈述活动,能让各小组更好地控制自己的设计过程,提高小组内部讨论的效率。因此,笔者在“选题”“学习者分析”“学习内容分析”“教与学活动分析”“课件和教案的初步制作”5个活动中分别设置了1至2轮的“组内讨论—组间交流”环节。

b. 提出雏形—完善细化

Kolodner 等人还强调“迭代设计”的重要性^[17]。通过在一段较长的时间内,对同一任务进行设计与重设计,能够提升设计的细化和精致化程度,从而保证最终作品的质量。因此,笔者设置了“提出雏形—完善细化”环节,一方面促使师范生在较短的时间内完成作品的雏形,另一方面提供师范生对作品雏形进行二次设计、完善和修改的机会。综合考虑了每个活动的难易程度以及课程时间的总体安排后,

笔者在“设计学习”微型课程中设置了4处这样的环节:“学习内容分析”活动中、“教与学活动分析”活动中、“课件和教案的初步制作”和“课件和教案的完善”的两个活动之间、“教学设计”和“实现设计”两个阶段之间。

(2) 支持师范生的 TPACK 发展

a. 问题引导和工作单填写

以色列希伯来教育学院的 Bracha Kramarski 和 Tova Michalksy 在研究中指出,像“自我提问”这样的元认知策略能够有效地促进教师对自己的设计进行主动的、有目的的、深入的反思,也因此能够促进教师获得更多的 TPACK 水平提升^[18]。另一方面,美国俄勒冈州州立大学的 Margaret L. Niess 和他的同事 John K. Lee 和 Sara B. Kajder 在所执教的教学法课程中采取这样一个策略发展教师的 TPACK:将相近年级和具有相同学科知识兴趣的学生组织成协作小组,每个小组负责确定一个主题并计划设计具体的教学单元。在学生进行设计、决策的过程中,Niess 等人提供给每个小组一张表格。学生在考虑学科知识、教学、学生学习以及教学中整合技术的可能性时,通过填写这张表格,澄清自己的教学推理决策^[19]。

“设计学习”微型课程的7个活动都有对应的活动目标。其中,在“教学设计”阶段的4项活动中,师范生将形成最终作品的大致设计思路与方向,因此也更为重要。为了更好地实现这4项活动的目标,同时为师范生的教学设计思路 and 方向做出指引,笔者根据教学设计阶段的每个活动的目标,设计了若干相应的引导型问题,同时提供学生4份工作单。通过这些问题的回答和工作单的填写,引导师范生的设计思路,同时促进他们思考技术、教学法、学科内容三者之间的相互作用与联系。4个活动中使用的引导型问题如下页表4所示。

b. 提供案例和资料

威廉玛丽学院的 Judith B. Harris 和 Mark Hofer 在一线教师使用信息技术进行课堂教学方法有着丰富的研究经验。他们认为,教师的知识是情境化的、境脉化的、敏感的、片段式的、基于活动的。尽管设计一堂由数字工具和资料促进的课是一项非常复杂的任务,Harris 和 Hofer 认为,一项学习活动的规划可以简单概括为以下5个基本教学决策的结果:选择教学目标;从实际层面对学习经验的本质(Nature of Learning Experience)做出教学决策;选择并排序合适的活动类型,以组合成学习经验;选择形成性的和总结性的评价策略,以揭示学生学习的情况;选择最有利于所设计的学习经验的工具和资源。

鉴于教师的课堂教学计划是以活动为基础、内

表 4 “教学设计”阶段各活动目标、引导型问题

活动	活动目标	引导型问题
选题	综合考虑目标学习者、教学内容、教学方法、信息技术的使用四方面的因素后,确定教学主题	<ol style="list-style-type: none"> 1. 我们想要教哪个主题? 选择这个主题的原因是什么? 2. 我们想要将这个主题教给谁? 为什么选择这些人作为我们教学的对象? 3. 我们制定的教学目标是什么? 4. 有哪些信息技术可能可以整合于这一主题的教学?
学习者分析	对目标学习者进行深入、全面的分析,并总结出其对教学内容选择、教学方法和信息技术使用的启示	<ol style="list-style-type: none"> 1. 我们的学习者有哪些共有的生理、心理和认知特征? 2. 就我们所选择的主题而言,学习者可能已经知道了一些相关的知识,这些知识是什么呢? 3. 我们想让学习者在教学后学到什么、达到怎样的水平(教学目标)? 4. 我们的学习者可能会对这一主题的学习产生怎样的情绪? 什么可以激发并维持他们的学习和兴趣? 5. 我们的学习者对信息技术的了解情况如何? 他们是否具备了一定的信息素养和技能? 6. 我们回答的以上 5 个问题对我们的课堂教学提出了怎样的要求?
学习内容分析	对教师要教和学生要学的知识内容进行分析,确定知识点的具体教学方法和信息技术的使用	<p>初分析:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 就我们所选择的主题而言,我们需要涉及到哪些具体的知识点? 这些知识点的关系如何? 2. 学习者在理解这些知识点时是否会有困难? 3. 有哪些信息技术可以用于这些知识点的教学? <p>再分析:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 我们选择的知识点分别属于哪种知识类型? 2. 我们打算采用怎样的教学策略来教授每个知识? 3. 我们打算采用怎样的表征方式来表征每一个知识? 4. 我们打算如何采用信息技术来教学知识点?
教与学活动分析	对教学过程进行分析,确定具体的教学流程、教师的教学活动和学生的学习活动,以及信息技术的使用	<p>初分析:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 我们的教学主要包括哪几个环节,每个环节的目标和作用是什么? 2. 知识点的教学顺序如何安排,每个知识点的教学之间是如何过渡的? 3. 哪些信息技术能够用于支持、增进我们的教学? <p>再分析:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在每个教学环节中,教师的教学活动有哪些? 2. 在每个教学环节中,对应的学生的学习活动有哪些? 3. 我们打算如何采用信息技术来支持、增进教与学的活动?

容为控制的,Niess 和 Hofer 推荐教师在进行教学计划的过程中,使用具有课程针对性、由技术支持的“活动类型”。“学习活动类型”中列举了每个学科中常用的学习活动及相应的、可用的信息技术,供教师在设计课堂教学时挑选^[20]。在“数学学习活动类型”中,Niess、Harris 和 Hofer 将数学课堂中常见的学习活动分为“思考”“实践”“解释”“生成”“应用”“评价”“创造”7 大类。每一个大类下又包含若干个活动类

型。Harris 和 Hofer 对每一个活动类型进行了简要的描述,并列出了该项活动可使用的信息技术。如:“探究概念”活动可以用到搜索引擎和维基百科;“检验猜想”活动可以用到几何画板和 SPSS 软件等^[21]。

笔者将 Niess 等人的“数学学习活动类型”文本进行了编译,对其中提到的信息技术进行了注释说明,作为信息技术整合设计的参考资料发放给师范生。其次,笔者还提供了“两位数减法”的教学设计案例,以工作单的形式给出,为师范生示范如何填写 4 份工作单,并帮助他们理解教学设计各步骤所要完成的具体分析工作。最后,根据师范生对教学设计的理解和掌握水平,笔者还提供了“加涅学习结果分类”“数学知识表征及可用的信息技术”两份资料,辅助师范生的教学设计分析。

三、微型课程效果分析

(一)微型课程实施概况

“设计学习”微型课程从 2010 年 12 月 2 日开始至 2010 年 12 月 19 日结束,共计六次课,每周四、周日晚上上课。每节课 150 分钟,共计 900 分钟。在课上,20 名师范生自愿分为 3 人或 5 人的小组,分别针对“无理数的证明”“三角形的分类”“黄金分割”“圆锥曲线之椭圆”“特殊二次函数的图像”“旋转对称”6 个数学主题设计具体的教学方案。在上课过程中,师范生被允许使用笔记本电脑并连接到无线网络,进行资料的查找和工作单的填写。

(二)量表数据收集与分析

笔者采用网络发布的形式,于微型课程开展前一周内发布并收集前测量表,课程结束后一周内发布并收集后测量表。共计 13 名师范生完成了前后测两份问卷,其中女生 12 名,男生 1 名。

笔者依照问卷试测阶段的量表编码和分数计算规则,将前后测量表中的五级程度判断编码为数字“1”至数字“5”,记为 32 个题目的得分。取各部分所有题目的平均分记为该部分的总分,采用均值比较中的配对 T-检验方法,分别对 7 个部分总分的变化和 32 道得分的变化进行了统计。

1. 7 个部分总分变化的对比与分析

根据每一位师范生在前后测量表中 7 个部分的得分情况,统计出师范生在微型课程开展的前后 TPACK 水平的变化情况如下页表 5 所示。

从表 5 可以看出,在微型课程开展前后师范生在 7 个 TPACK 元素上的平均得分均有上升,标准差均有下降。这说明,从整体上来看,在微型课程开展前后师范生的 TPACK 水平有所上升,且得分更为集中,即离散度变小。

表 5 7 个部分总分变化情况

元素	前测 均值(标准差)	后测 均值(标准差)	配对 T 值 (df=12)	Sig.(双侧)
TK	3.36(0.90)	3.49(0.74)	-0.382	.709
CK	3.39(0.72)	3.71(0.56)	-1.881	.084
PK	3.53(0.59)	3.67(0.55)	-1.034	.321
PCK	3.52(0.53)	3.83(0.45)	-2.997	.011
TCK	3.46(0.62)	3.82(0.47)	-2.589	.024
TPK	3.45(0.64)	3.89(0.49)	-2.810	.016
TPACK	3.48(0.67)	3.92(0.42)	-2.395	.034

其中,CK、PK、TK 三个部分的得分变化显著水平依次降低,且显著性水平值分别为 0.084、0.321、0.971,均大于 0.05,即变化不显著。这说明在微型课程开展前后,师范生在这 3 个核心元素部分的水平有所上升,但上升的显著水平不高。

TPACK、TCK、TPK、PCK 4 个部分的得分变化显著水平依次增高,且显著性水平值分别为 0.034、0.024、0.016、0.011,均小于 0.05,即变化显著。这说明在微型课程开展前后,师范生在这 4 个复合元素部分的水平有所上升,且上升显著。

以上数据结果说明,“设计学习”微型课程取得了一定的预期效果,促进了师范生 TPACK 水平的整体提升,尤其是促进了师范生在四个复合元素上的水平提升。

2. 32 道题目总分变化的对比与分析

(1) 平均分上升的题目

笔者对比了前后测中 32 道题目的平均分变化情况,发现有 29 道题目的平均分有所上升。其中,有 7 道题目的平均分上升非常显著,显著水平均小于 0.05,如表 6 所示:

表 6 平均分上升显著的 7 道题目

所属部分	题目	Sig.(双侧)
PK	我知道如何组织并维持课堂管理	0.008
PCK	我知道如何选择有效的教学方法,引导学生的数学思维和学习	0.018
TCK	我能选择合适的技术促进学生的错误概念向科学概念的转变	0.018
TCK	我了解能用于做数学(Doing Mathematics)的技术	0.006
TPK	我能选择一项技术,用于促进学生的课堂学习	0.001
TPK	我所接受的教师教育课程指引我深入思考技术是怎样对我所使用的课堂教学法产生影响的	0.006
TPACK	我能够为一堂课选择技术,用来增进所教的内容	0.047

从表 6 可以看出,有 6 道来自 4 个复合元素部分的题目平均分上升显著,这与 4 个复合元素部分总分变化显著的结果相一致。这说明,微型课程在促进师范生思考和理解 TK、PK、CK 三者的关系方面确实有一定效果。

此外,TPK 部分的第 3 题“我所接受的教师教育

课程指引我深入思考技术是怎样对我所使用的课堂教学法产生影响的”询问了师范生对教师教育课程的评价。根据前后测数据显示,该题的平均得分变化显著水平达到了 0.006,即非常显著。这也从一个侧面反映出“设计学习”微型课程的效果。

(2) 平均分未上升的题目

另一方面,笔者发现,在后测中有 4 道题目的平均分没有上升,如表 7 所示:

表 7 平均分没有上升的 4 道题目

所属部分	题目	前测 均值	后测 均值	前测 方差	后测 方差
PK	我能够根据学生当前的知识理解状况对我的教学进行调整	3.77	3.77	0.526	0.526
PK	我能够采用多种方式评价学生的学习过程和所学到的知识	3.46	3.46	0.436	0.436
PK	我能够在课堂中使用多种教学方法,例如,合作学习、直接教学、探究学习、基于问题/项目的学习等	3.69	3.62	0.397	1.256
TCK	我能选择合适的表征技术(如多媒体、可视化等)来呈现具体的数学概念,从而使得学生能够更好地理解这些概念	3.92	3.92	0.577	0.410

从表 7 可以看出,PK 部分的“我能够根据学生当前的知识理解状况对我的教学进行调整”“我能够采用多种方式评价学生的学习过程和所学到的知识”两题的均值和方差在前后测中保持不变。TCK 部分的“我能选择合适的表征技术(如多媒体、可视化等)来呈现具体的数学概念,从而使得学生能够更好地理解这些概念”一题在前后测中的均值没有变化,但方差略微变小。笔者推测造成这 3 道题得分不变或变化甚微的原因可能在于:3 道题目均涉及到了师范生对学生知识、学生的理解和评价方式的把握,而这些是基于实践经验之上的。根据调查,参与微型课程的 20 名师范生均参加过院系组织的微格教学和见习,但都没有参加过实习。因此,他们对开展课堂教学有一定的概念和认识,但是缺乏实践经验。而本次微型课程也只涉及到师范生对课堂教学的设计,并未提供师范生真实的课堂教学机会。因此在后测中,这 3 道题目得分没有变化或变化甚微。

此外,PK 部分的“我能够在课堂中使用多种教学方法,例如,合作学习、直接教学、探究学习、基于问题/项目的学习等”一题在后测中的均值略微有些下降,方差有所提升。笔者推测其中的原因可能在于:在微型课程中,有两个小组的师范生分别选择了探究学习和游戏学习的教学方法,但在设计过程中遇到了困难,发现并没有他们事先想的那样简单。因此造成在后测中,该题的平均分略微有所下降,且离散程度变高。

四、结论与讨论

根据参与课程的师范生在 TPACK7 个元素部分和 32 道题目的得分情况,以及师范生在课后的反馈,笔者对本研究的主要结论、不足之处和教师 TPACK 发展的未来研究方向做了简要总结。

首先,“设计学习”微型课程有效促进了师范生 TPACK 水平的提升,尤其是 TPK、TCK、PCK、TPACK 4 个复合元素的水平得到了显著的提升。此外,师范生在课后的反馈中指出,微型课程促进他们形成了一定的批判性思维,认识到需要根据教学的目标、教学内容的性质、学生的特征选择(或不选择)合适的信息技术整合于教学。这都说明本次微型课程的设计取得了一定的预期效果,即“设计学习”的教学方法能够都够有效地促进师范生 TPACK 的提升,并且帮助师范生认识到应将信息技术有意义地整合于教学之中。

其次,本研究还存在着一些不足之处。例如,微型课程没有给师范生提供实践机会。通过在课上进行教学设计,师范生获得了一定的设计经验和技能,但他们的设计方案仍需接受实践的检验。事实上,笔者也认为,在实践中修正和调整教学设计的方案能够更有效地促进教师的 TPACK 发展。在师范生的课后反馈中,不少人提出微型课程中可以添加一些真实的教学案例,以弥补他们实践经验的不足。此外,也有师范生表示微型课程的时间不够充足,因此没能很好地对设计方案做出细化和调整。另一方面,本研究中所使用的量表还需进行更大范围的试测。这些都是今后研究需要注意和改进的地方。

最后,在本研究的过程中,笔者再次感到 TPACK 是一个未成熟、未详尽的概念,因此有关教师 TPACK 发展的研究也将伴随着其概念本身的发展而发展。例如,对 TPACK 量表中的题目表述进行更具针对性的设计、借鉴 Niess 提出的 TPACK 发展的 5 个层次(认知、接受、适应、探索、提升)对教师 TPACK 的水平和教师教育技术课程的设计进行深入的分析等。

笔者认为,在近年跟踪国外发展的基础上,国内的相关研究应该更加走向实证,从而改变学术论文中译介、评论和思辨过多的现状。本研究在实验环节上的收获和问题主要是:

(一)总的来说,量表和课程的设计还算不错,可以供以后的研究参考

虽然样本数据相对少了一点,但整个量表的效度和信度分析的结果还算理想。另外,最终的量表数据所反映的信息和实际情况相符,说明量表确实起

到了一定的作用。

(二)师范生的 PC 水平相对较高

前测中 PCK 的得分,以及后测中 PCK 得分上升显著水平均高于其他 3 个复合元素。而且,在教学设计的过程中,PCK 的话语比重也一直高于其他 3 个复合元素。这说明学生已经具备了较高的 PCK 水平,或者说他们会比较自觉地去考虑 PCK 方面的问题,并且在一开始设计的时候就在想最后的课应该怎么上。因此,课程的安排实际上还可以更加强调一下技术的作用。

(三)仅靠量表和话语分析的数据说明师范生的 TPACK 水平仍是不足的

首先,量表是自评估的,过于主观,而且题干表述不是很具体。因此,就算学生给自己的打分很高,也不能说明他们在进行教学设计的时候就能做到这些。其次,在话语分析的时候发现,学生并不会把决策背后所有的想法都说出来,所以会遗漏掉一些信息。比较理想的是按照 Niess 提出的 TPACK 发展 5 层次(认知、接受、适应、探索、提升)来说明学生的 TPACK 水平。那么研究的时间跨度需要加长,也要开发其他新的方式来收集数据。

(四)国内外的数学教学存在差异,国外的参考资料不一定能派上用场

除了“无理数的证明”那组选择了一个教材中不太强调的主题,以培养学生的数学思维为目的外,其他小组选择的主题和教学目标都中规中矩,像“椭圆”“双曲线”和“二次函数”,基本就是要学生记住一些性质。实验中给被试者提供过一份 Harris 和 Hofer 的“数学学科活动类型”。但据观察,学生很少用到这份材料。他们通常是根据已有的教材、自己的经历来设计教学活动。由于选择的主题和目标很中规中矩,基本用不到这份材料中提到像“提出猜想”“检验猜想”“用数学解释某一个现象”这类的学习活动。

总之,通过这次实验,我们认为在中国教师教育中推广此方法存在一定可能性和意义。关键是要提供学生实践的机会(微格教学在这方面的效果一般),让学生先设计、然后实践、然后修正。

这可以在两个方面做一些改革的尝试,一是在师范生课程上做文章。国外目前的做法是,教育技术课程和学科教学课程结合,两门课要求学生完成一个任务。技术上的问题到教育技术课上解决、教学上的问题到学科教学课上解决。二是在师范生实习阶段做文章,参照 TPACK 的框架给师范生的实习过程提供持续的支撑。

如果处理得好,把 TPACK 框架整合到教师教育中的意义有很多。比如在职前阶段,教学法、学科

专业、技术课程联系更加紧密、课程效果更好;学生的信息技术整合能力能够有所提升;能够帮助学生从教学的角度理解和学习技术,避免他们在今后在教学中无意义地应用技术;在职后阶段,这些学生毕业后走到教师岗位上,可能会带来课程教学方式上的转变;目前投入的设备利用率可能提高等等。

参考文献:

- [1] 焦健利,汪晓东,秦丹. 技术支持的教师专业发展:中国文献综述[J]. 远程教育杂志, 2009,(1): 18-24.
- [2] 赵健. 走向学习、认知与技术研究的深度融合——教育传播与技术研究手册(第三版)第三部分述评[J]. 远程教育杂志, 2010, 28(3):30-36.
- [3] Mishra, P., & Koehler, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge [J]. Teacher College Record, 2006, 108(8):1017-1054.
- [4] 詹艺,任友群. 整合技术的学科教学知识内涵及其研究现状简述[J]. 远程教育杂志, 2010, 28(4):78-87.
- [5] 任友群,鲍贤清,王美等. 规范与交叉:教育技术发展趋势分析——美国 AERA2009 年会述评[J]. 远程教育杂志, 2009, (5):3-14.
- [6] 鲍贤清,缪静霞,詹艺,任友群. 学习的生态和技术的功用——美国 AERA2010 年会述评[J]. 远程教育杂志, 2010,(5):42-53.
- [7] Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Koehler, M. J., Mishra, P., & T. S. Survey of preservice teachers' knowledge of teaching and technology [DB/OL]. http://mkoehler.educ.msu.edu/unprotected_readings/TPACK_Survey/Schmidt_et_al_Survey_v1.pdf.
- [8] Archambault, L. M., & Crippen, K. J. The preparation and perspective of online K-12 teachers in Nevada [A]. T. Reeves & S. Yamashit (Eds.). Proceedings of the World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education[C]. Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computers in Education,2006. 1836-1841.
- [9] Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., Shin, T. S. Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers [J]. Journal of Research on Technology in Education, 2009,42(2): 132-149.
- [10][17] Archambault, L., & Crippen, K. . Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States [J]. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2009, 9(1):71-88.
- [11] Kaiser, H. F.. Little Jiffy, Mark IV [J]. Educational and psychological measurement, 1974, 34: 111-117.
- [12][13][14] 吴明隆. 问卷统计分析实务——SPSS 操作与应用[M]. 重庆:重庆大学出版社, 2010.
- [15] 高文. 学习科学的关键词[M]. 上海:华东师范大学出版社, 2009. 210-213.
- [16] Kolodner J. L. Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education [J]. Journal of Industrial Teacher Education, 2002,39(3): 1-28.
- [18] Kramarski, B., & Michalsky, T. Preparing preservice teachers for self-regulated learning in the context of technological pedagogical content knowledge [J]. Learning and Instruction,2010,(20):434-447.
- [19] Niess, M. L. Guiding preservice teachers in developing TPCK [A]. AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.). The Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators [C]. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2008. 223-250.
- [20] Harris J. B., Hofer, M. Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development [A]. C. D. Maddux, (Ed.). Research highlights in technology and teacher education 2009[C]. Chesapeake, VA: Society for Information Technology in Teacher Education (SITE),2009. 99-108.
- [21] Niess, G., Harris, J. B., & Hofer, M. Mathematics learning activity types [DB/OL]. <http://activitytypes.wmwikis.net/file.view/mathLearningAts-Feb09.pdf>.

作者简介:

詹艺 在读博士,学习科学中心成员,主要研究方向为学习技术设计(zhanyicaizi@163.com)。

任友群 博士,教授,研究员,学习科学研究中心成员,主要研究方向为教育技术、学习科学与技术设计、课程教学论(yqren@admin.ecnu.edu.cn)。

收稿日期 2011年8月8日
责任编辑 李馨