

信息技术支持下的学科教学知识的结构 特征解析与案例研发路径^①

徐章韬^{1,2}, 梅全雄³

1. 华中师范大学 教育信息技术工程研究中心, 武汉 430079;
2. 江西师范大学 数学与信息科学学院, 南昌 330022;
3. 华中师范大学 数学与统计学院, 武汉 430079

摘要: 技术支持下的学科教学知识是学科教学知识在信息化时代的发展, 是新出现的一种知识类型, 是来源于对技术、内容和教法知识互动的一种理解, 超越了内容、技术和教法这 3 种基本成份, 是教师用技术进行有效教学的知识基础. 该框架的提出开辟了从教师教学知识的视角探讨信息技术与课程整合的新思路. 按选择、对比分析、检验、修正的流程开发 TPACK 案例, 是信息化背景下促进教师专业发展的一条可行路径.

关键词: 技术支持下的学科教学知识; 教师教学知识; 教师教育

中图分类号: G40-057

文献标志码: A

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》指出要“提高教师应用信息技术水平, 更新教学观念, 改进教学方法, 提高教学效果. 鼓励学生利用信息手段主动学习、自主学习, 增强运用信息技术分析解决问题的能力.” 为了实现国家意志, 教师必须具有构建学习环境、信息技术素养养成、知识深化和知识创造的能力. 知识是能力之基, 简言之, 教师需要将技术、内容和教法三者有机地融合起来, 才能有效地把技术整合到课程和课堂中. Mishra & Koehler 2006 年提出了技术支持下的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK)的概念^[1], 强调了技术、内容和教法两两之间及三者之间的关联与交融, 这个概念的提出开辟了从教师教学知识的视角探讨信息技术与课程整合的新思路. 本文探讨信息技术支持下的学科教学知识的内涵及其在教师教育中的意义.

1 信息技术支持下的学科教学知识: 学科教学知识在信息化时代的发展

学科教学知识(Pedagogical Content Knowledge, PCK)首先由 Shulman 于 1986 年提出, 并在 1987 年给出进一步的说明, PCK 是指教师将自己所掌握的学科知识转化和表征为易于学生理解的知识形态, 是综合了学科知识、教学及背景的知识而形成的教师特有的知识^[2]. 学科教学知识的提出为人们理解教与学提供了新的视角, 也进一步从教师教学知识的角度论证了教师职业的专业化和不可替代性, 学科教学知识已成为教师知识的核心. 尽管在学科教学知识这个模型里没有技术这个因子, 更没有阐述技术与内容、教法

① 收稿日期: 2011-03-15

基金项目: 中国博士后科学面上项目“深入学科的信息技术支持下的学科教学知识”(2011M501213); 江西省高等学校教学改革研究课题(JXJG-10-2-26), 国家自然科学基金“有条件限制的几何定理机器证明”(60903023).

作者简介: 徐章韬(1976-), 男, 湖北北京山人, 博士, 副教授, 国家数字化学习中心博士后研究人员, 主要从事信息技术背景下教师知识的研究.

间的相互作用,但随着信息技术逐渐深入课堂,信息技术与课程整合的愿景日益强烈,迫使人们探讨信息技术背景下的教师知识。

近 30 年来,许多国家都寄希望于教育信息化能显著地提高教学质量和学习成绩,投入大量的人力物力进行校园信息化的建设,但实际的效果远远低于预期。美国最近一次调查甚至得出信息技术无助于提高学生成绩的结论^[3]。有研究认为这种情形的出现是试图将普适的信息技术直接应用于教学的倾向的广泛存在^[4]。出于对这种倾向的不满,人们已经设计了多种面向不同学科的认知探究工具,如数学学科的几何画板、“Z+Z”智能教育平台;物理学科的仿真物理实验室、物理作图工具;化学学科的仿真化学实验室、化学电子计算表等,本文所指的技术也是指这种深入学科的信息技术。深入学科的教育软件取代普适软件进入课堂教学只是教育信息化取得高效的必要条件之一,还要考虑它的教育价值及教育功能是否在教育过程中为教育所认同。事实上,技术特征和用户特征直接影响了应用效果,教师决定了教育软件效果的发挥。

课堂教学是一个充满不良结构问题的复杂领域,时时要思考“教什么”“为谁教”“怎样教”“为什么这样教”等一系列没有已知的或最好解法的问题,信息技术支持下的课堂教学将会面临更多的不良结构问题,除了思考上述问题之外,教师还要思考何时、何处、以何种方式把技术运用到课堂教学中才能取得更大的效益。美国教师教育者联合会(AMTE)也指出教师若拥有整合技术到课堂中的知识和经验,才有可能成为当今课堂中的有效率的教师^[5]。为了应对信息技术整合到课堂教学中所带来的挑战,教师应发展信息技术背景下的学科教学知识,内容、教法和技术这 3 种知识基础形成了技术支持下的学科教学知识的核心。TPCK 概念从教师教学知识的角度提出了再认识和理解“课内整合教学模式”新视角,提出了破解“通过教育信息化实现学科教学质量与学生综合素质提升并促进教育深化改革的至关重要问题”^[6]的可能路径。

2 TPCK 的结构模型:技术、内容、教法及其相互作用

TPCK 框架是 Shulman 的 PCK 框架在信息化时代的发展,用于描述教师如何基于对技术和学科教学知识相互作用的理解,进而生成技术支持下有效教学的知识基础。在这个模型中,有 3 种基本成份:内容、教法和技术。3 种成份之间的相互作用也同等重要,如,学科教学知识(Pedagogical Content Knowledge, PCK)、技术支持下的内容知识(Technological Content Knowledge, TCK)、技术支持下的教学知识(Technological Pedagogical Knowledge, TPCK)和技术支持下的学科教学知识。TPCK 概念框架如图 1 所示。

内容知识(Content Knowledge, CK)是要教的或要学的学科知识,包括概念、定理等呈现在教科书上的事实性知识,还包括隐藏在事实性知识背后的学科解释性框架或发展范式等实质性知识。如在科学领域,包括科学事实和理论的知识,科学方法的知识以及基于证据推理的知识等;在数学领域,包括数学概念、公式和定理的知识,数学思想和方法的知识以及有关演绎法的知识等。不同学科的教师拥有不同的内容知识,内容知识是学科教师的立身之基。

一般教学法的知识(Pedagogical knowledge, PK)是关于教与学的过程、实践、方法的知识。既包括有关教育目标、目的和价值的知识,还包括有关学生学习、评价学生理解的策略的知识,课时计划的拟定、实施及评价的知识等。拥有丰富教学法知识的教师能够理解学生如何建构知识、如何获得技能、如何发展心智习惯和积极的学习态度。

学科教学知识类似于 Shulman 的用于教授具体内容的教学知识,是指一般教学法知识和内容知识有机融合之后产生的教学知识,即把内容知识经教学法再加工后,转化为易于学生接受和理解的教师内容的知

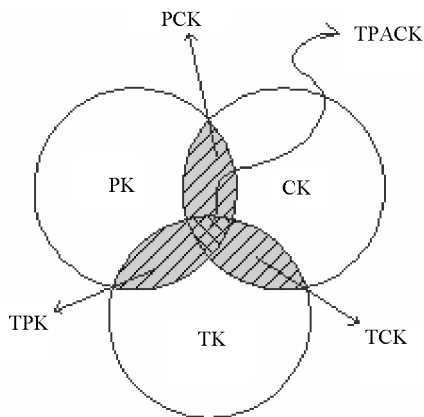


图 1 技术支持下的学科教学知识(TPCK)概念框架

识.这就要求教师能认识到学生通常的错误及学生看待这些错误的方式,以及认识到不同的内容思想、学生已有的知识、多样化的教学策略及灵活地看待同一思想或问题的多种方式间的联系,这些对有效教学都是必不可少的.

TPCK 框架中技术知识(Technology Knowledge, TK)处于流变中,不同于在 TPCK 框架中的其它两种“核心”知识(教法和内容).在某种意义上,技术知识的定义接近于美国研究会信息技术能力委员会(NRC)定义的信息技术能力,而不是计算机能力.技术知识要求人们广义地理解信息的本质和掌握技术信息,认识到什么时候信息技术能支持或阻碍达到目标.拥有技术知识的人能运用信息技术完成多样化的任务,能以多种方式完成给定的任务. TK 概念并不是栖居在某一个最终状态上,而应以发展的眼光看待它,认为它在与创造性的、开放的技术互动中不断演化.

技术支持下的内容知识是指关于技术和内容彼此相互影响和制约方式的知识.教师不仅仅要掌握他们所要教的学科内容,也必须能够理解技术所能改变学科内容建构或表征的方式.教师需要理解哪种技术最适宜促进某种内容的学习,内容又是如何影响或改变了技术,不同的内容领域需要不同的使用技术的经验.

技术支持下的教学知识是指当运用特定的技术时,对教学如何变化的一种理解.当用学科的、发展的眼光评判合适的教学设计和教学策略时,就要知道一系列技术工具在教学上的功用和局限性,这需要深刻地理解技术的局限性和功用,以及它们工作的背景.大多数流行软件并不是为教育的目的而设计,当这些软件进入到教育领域时,教师要从教育的角度重新审视它,即便是使用深入学科的教学软件,也要从教育的角度重新审视它.如数学教学中使用的动画,重要的是交互性和开放性,快捷方便地制作这类动画,是动态几何软件的专长.有人却大力推荐长于符号计算的 Maple 或 Mathematica 来做这类动画,还有人推荐 Excel 来做这类动画.

技术支持下的学科教学知识是技术支持下有效教学的基础,是新出现的一种知识类型,超越了所有内容,教法和技术三种成份,不同于这三个独立成份,是源于内容,教法和技术知识互动的一种理解.教师需要理解使用技术表征概念的各种方式;理解技术支持下以建构的方式教授内容时的各种策略;了解较难或较易概念形成的原因,技术如何帮助重新调整学生面临的一些问题;知道学生先前的知识及认识如何运用技术夯实已有的知识,发展新的认识或强化旧的认识. TPCK 是一种知识形式,是技术、教法和内容的同步整合,是专家教师在教学时发挥作用的.呈现给教师的每一个“不良问题”或情境是这三种因素的特殊组合,没有适用于每一位老师、每一门课程、每一种教学观点的技术性解决之道.解决之道在于教师有能力在内容、教法、技术之间,以及在具体背景下,在这些成份间复杂互动所营造的空间中灵活地穿梭.忽视内在于每种成份后的复杂性或这些成份间的复杂性,将导致过分简单地解决或失败.教师不仅要在这些关键领域,也要在这些领域互动的方式上具备熟练的技能和认知灵活性.这样他们才能产生针对具体背景的灵验的解决之道,这才是深刻、灵活、务实、精细地理解技术支持下的教学.

TPCK 框架表明,内容、教法和技术都能单独发挥作用或共同发挥作用,但把内容、教法和技术这三种成份分开的做法是解析的做法,难于在实践中深入研究.事实上,这些成份在一个动态平衡状态下存在,在一种必要的张力状态下存在.把这些成份看成孤立于其它成份而存在将会对有效教学带来损害.技术支持下的教学存在于一个动态的交互性的关系中,任何一种因素的变化将会在其它两个的变化里消解.技术支持下的教学较之传统的教学难度更大,成功的技术支持下的教学需要不停地创造、维持,再建一个位于每个成份间的动态平衡.

Shavelson, Ruiz-Primo^[7]等明确指出内蕴在 TPCK 中的思想方式:陈述性(知道事实,如定义、术语、事实和描述)、程序性(知道完成某一任务的步骤)、原理性(如知道原理和心智模型)和策略性(知道何时何处运用专门领域的知识和策略,如计划、问题解决、监控以达成目标).这表明 TPCK 是针对特定的内容、特定的学生和特定的课堂情景使用,能支持学生学习技术时的计划—组织—批判—抽象这样一种富有策略的思考方式.理论总是扎根于实践的,在 TPCK 案例研发过程能加深对这种思考方式的理解.

3 TPCK 案例研发路径

虽然有人认为“知识是一种证实了的信念”，但是 Perkins 特别地提到一个有争议的隐喻：知识是一种设计^[8]。他反复强调，知识应当是一种工具，能为某种目的而设计和改造，把知识看成一种设计就是把知识看成人工制作和使用的工具，而不是人们的发现或发明。由于教学、课堂的复杂性，Perkins 表明实践者不得不会通过设计的视角才能看得明白，才能有所发明。教师是教学改革中能动的参与者，是课程的设计者，课程设计是一种艺术加工，强调情境的创造性和灵活性，教师要通过不断设计和细化的过程，在内容、教法和技术的各种制约中仔细思量，在教法、技术和内容上协商一种平衡，建构课堂，为学习创造一种依情况而定的情境。

教师被视作课程的设计者，那么就要积极地适应多样化的、变化的背景，而不是努力应用一般性的方法。概念学习(书中学)并不一定先于在实践中获取这种概念，可以边做边学，在实践中加深对概念的理解。对于复杂和不良结构领域中的学习，在问题中或在案例中学习是一条有效路径，这种学习方式对由于整合技术到课堂实践中而引发的不良问题同样适用。“知识作为设计”揭示和描述知识是如何实施和在实践中实例化的以及行为如何影响知识自身性质的。技术开发取向不但引导人们构建真实的教育教学系统，而且还引导人们构建它的模拟仿真系统^[9]。TPCK 框架提供了一个视角，洞悉教与学的复杂性和教与学的张力及如何能双向地发展教师和学生的知识。

近年来，和信息技术相关的教师教育研究展示了大量关于信息技术与教学整合的例子，为教师提供了用技术解决真实教育问题的经验^[10-13]。Mishrar & Koehler 基于情境认知理论，在职前教师的教学中提出了“基于设计的学习技术”(Learning-Technology-By-Design)，其理念是用 TPCK 框架来指导课程设计，从而创造概念及认识上连贯的学习环境。他们认为基于设计的活动可提供丰富的学习情境，激发探究与修正，从而帮助职前教师加深对技术与真实教学实践整合的理解^[1]。Punya Mishra & Matthew J. Koehler 认为 TPCK 框架能用于设计教学策略，并作为一个“透镜”分析成功地运用技术教学时教师知识的变化^[14, 15]。系统分析整个课程中逐个课题的 TPCK，以工作坊的形式设计研发系列 TPCK 案例，并接受教学实践的检验，是发展 TPCK 的一条可能路径。TPCK 案例蕴含了教学的复杂性、不确定性和问题性，案例教学是教师专业发展的新途径^[16]，开发 TPCK 案例是教学理论知识见之于实践的工程化，对教师学习转化为教师发展具有重要意义。

开发 TPCK 案例可以遵循以下步骤。①选择合适的软件和合适的主题。并非所有的软件都适合于教育，选择深入学科的软件工具是首要的，道理其实很简单——合适的才是最好的；并非所有的主题都需要用技术来表现，简约高效是有效课堂教学永恒的追求，技术只是达到这样一种追求的媒介。②多角度对比分析主题。在教学上，这个框架为教师提供了分析教学内容的视角。在研发 PCK 案例时，人们先分别从 CK 的角度深入解析所教主题的内容实质，然后再从 PK 的角度分析学情，选择教法。最后综合这两种角度，经过权衡、取舍，达到某种平衡，最后开发适合不同层次教师(新手教师、经验教师和专家教师)的不同层次的 PCK 或从不同角度切入的 PCK^[17]。当技术作为一个因子渗透到教学之后，从 TCK 的角度思考、理解特定技术如何改变了内容的呈现方式或表征建构的方式，在这个过程中教师不但加深了对当前所要研究主题的理解，还会加深对其它内容的理解，有过研发经历的人都有这种体会。课件制作是一个综合工程，需要调动教师多方面的“知识包”，不仅有学科内容方面的知识，还有课件呈现方式、视听效果等方面的知识。再从 TPK 的角度思考使用特定的技术后，教学会发生怎样的改变，该选用怎样的教学策略，如何发挥技术的优势以促进学生的学习与理解。最后教师综合 TCK 和 PCK 这两种角度，经过权衡、取舍达到某种平衡，开发适合不同层次教师的不同层次的 TPCK 或从不同角度切入的 TPCK。③检验。把开发好的 TPCK 案例用之于课堂实践，接受课堂实践的检验。④修正。听取师生们的意见，不断完善 TPCK 案例。这样一个开发流程可以循环跟进，直至达到一定的满意度为止。如图 2。

我们曾经对比在没有信息技术支持的背景下开发 PCK 案例和在有信息技术支持的背景下开发 TPCK，

很有收益. 学与教的疑难、高观点和数学史是开发数学 PCK 的 3 个切入点^[17]. 我们尝试着从数学史的角度开发了《基于数学史的“圆的面积”的教学案例》^[18] 的 PCK 案例, 并在湖北省某小学进行了试教. 教学时发现, 在动手操作和分割圆面的过程中, 由于学生的动手操作能力跟不上, 划分的小扇形不太象“小扇形”而影响了教学进度和结论的得出. 在课后的“议课”中, 执教老师提出能否用计算机代替手工操作, 把化圆面为近似长方形面的过程在电脑上实现出来. 在国家数字化学习中心的帮助下, 用超级画板动态地实现了化圆面为近似长方形, 不仅分割次数可以任意地变大, 而且分割过程可以重复演示. 在信息技术的支持下, 还演示了求解圆面积的“另类”方法——蒙特卡罗算法, 开阔了学生的眼界. 在第二次试教中, 学生们情绪激昂, 执教老师也深有感触地说: “以前总认为用课件是装点门面的事, 现在总算明白信息技术的好处”. 我们还将继续这项工作, 开发更多的 TPCK 案例, 如在张景中院士的指导下, 我们梳理了微分中值定理的历史, 并可视化形象化地实现了其历史发展的各个阶段, 这是研发高等数学教学中的一个 TPCK 案例.

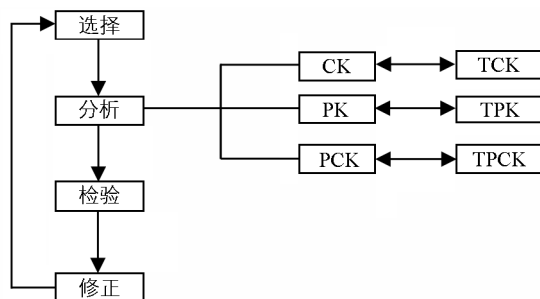


图 2 TPCK 案例开发流程

4 结 语

技术整合到课程和课堂中的研究经常被指缺乏理论基础. TPCK 概念的提出为我们开辟了一个新的视角, 它试图抓住技术与课程整合时教师所必需具备知识的一些本质特性, 毕竟课程的实施要靠教师知识来推进. TPCK 概念有助于联系教学理论研究和教学实践探索, 有助于教师运用技术设计真实取向的活动, 让学生在内容、教法和技术的互动中充分发展, TPCK 的发展应当是教师教育的一个关键目标之一^[13]. TPCK 框架对技术整合到教育中有理论上的、方法论上的、教学上的等多种层次上的贡献^[13], 这是今后值得注意的研究方向.

参考文献:

- [1] MISHRA P, KOEHLER M J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Integrating Technology in Teacher Knowledge [J]. Teachers College Record, 2006, 108(6): 1017-1054.
- [2] SHULMAN L S. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform [J]. Harvard Educational Review, 1987, 57(1): 1-22.
- [3] 佚名. 美国一项最大规模的专题研究认为教学软件无助于提高学习成绩 [N]. 参考消息, 2007-04-07(6).
- [4] 张景中, 葛强, 彭翥成. 教育技术研究要深入学科 [J]. 电化教育研究, 2010(2): 8-13.
- [5] Association of Mathematics Teacher Educators. Preparing teachers to use technology to enhance the learning of mathematics [EB/OL]. (2006-02-03)[2011-01-08]http://www.amte.net.
- [6] 何克抗. 21 世纪以来教育技术理论与实践的新发展 [J]. 现代教育技术, 2010(9): 5-14.
- [7] SHAVELSON R, RUIZ-PRIMO A, LI M, et al. Evaluating New Approaches to Assessing Learning [M]. Los Angeles, CA: university of California, National Center for Research on Evaluation, 1986.
- [8] PERKINS D N. Knowledge as Design [M]. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- [9] 杨开城, 张晓英. 论教育技术作为一种理解教育的独特方式 [J]. 中国电化教育, 2009(10): 7-11.
- [10] MARK HOFER, KATHLEEN OWINGS SWAN. Technological Pedagogical Content Knowledge in Action: A Case Study of a Middle School Digital Documentary Project [J]. Journal of Research on Technology in Education, 2006, 41(2), 179-200.
- [11] MATTHEW J KOEHLER, OUNNYA MISHA, KURNIA YAHYA. Tracing the Development of Teacher Knowledge in a Design Seminar: Integrating Content, Pedagogy and Technology [J]. Computers & Education, 2007(49): 740-762.
- [12] DENISE A SCHMIDT, EVRIM BARAN, ANN D THOMPSON, et al. Technological Pedagogical Content Knowledge:

The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers [J]. *Journal of Research on Technology in Education*, 2007, 42(2), 123–149.

- [13] FULTON K, GLENN A, VALDEZ G. Three Preservice Programs Preparing Tomorrow's Teachers to Use Technology: A Study in Partnerships [EB/OL]. <http://www2.learningpt.org/catalog/item.asp?SessionID=531036627&productID=246>, 2010.
- [14] PUNYA MISHRA, MATTHEW J. KOEHLER. Technogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge [J]. *Teachers Cllege Rcord*, 2006(6): 1017–1054.
- [15] 方勤华. 数学教师的数学知识及其对大学数学教育的启示 [J]. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 2010(3): 269–273.
- [16] 郑金洲. 案例教学: 教师专业发展的新途径 [J]. *教育理论与实践*, 2002(7): 36–41.
- [17] 黄毅英, 许世红. 数学教学内容知识 [J]. *数学教育学报*, 2009(1): 5–9.
- [18] 赵 锐. 基于数学史的“圆的面积”教学案例设计 [J]. *湖南教育*, 2009(8): 39–42.

On the Structural Characteristics of Technology-Supported Pedagogical Content Knowledge and the Approach of Its Case Study

XU Zhang-tao^{1,2}, MEI Quan-xiong³

1. *Engineering Center for Education Information Technology, Central China Normal University, Wuhan 430079, China;*

2. *College of Mathematics and Information Science of Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China;*

3. *College of Mathematics and Statistics, Central China Normal University, Wuhan 430079, China*

Abstract: Technology-supported pedagogical content knowledge (TPCK) is the development of pedagogical content knowledge in the information age and is crucial to the effective teaching. As a new type of knowledge, it comprises knowledge of content, pedagogy and technology, as well as the complex interaction between these knowledge components. This concept provides a new route for the integration of information technology from the angle of teacher knowledge. To design TPCK cases is to abide by the process of the selection, comparative analysis, inspection and revision, which is a viable way for the professional development of teachers under the background of informationization.

Key words: technology-supported pedagogical content knowledge; teachers' knowledge; teacher education

责任编辑 汤振金