

现代学习与教学论

性质、关系和研究

XIANDAI XUEXI YU JIAOXUELUN
XINGZHI GUANXI HE YANJIU

第三卷

黄显华 霍秉坤 徐慧璇◎著



人民教育出版社
PEOPLE'S EDUCATION PRESS

现代数学与数学史

作者：周建琨教授

第 1 版

——

现代学习与教学论

性质、关系和研究

第三卷

黄显华 霍秉坤 徐慧璇 著

人民教育出版社

· 北京 ·

目 录

第十九章	学习教学	787
第一节	引言	787
第二节	学习教学的理论基础	789
第三节	对教师知识和信念的研究架构	791
第四节	科目/课题教学的学习	802
第五节	学习教学的评价	811
第六节	影响学习教学的因素	814
第七节	不同持份者的学会学习	835
第二十章	教学学术	850
第一节	引言	850
第二节	教学学术的重要性	852
第三节	对教学学术的理解	856
第四节	教学学术的模式	861
第五节	教学学术成长阶段	872
第六节	对教学学术的研究	875
第七节	结语	891

第三编

第二十一章	学校学习模式——我们是如何学习的	898
第一节	引言	898
第二节	学习、学习理论与学习模式的定义	898
第三节	当代重要的学习理论及实证研究案例	900
第四节	结语	922

第二十二章 教学模式	925
第一节 引言	925
第二节 教学模式的含义与分类	926
第三节 远程教育中的教学模式	931
第四节 结语	942
第二十三章 评估、学习和教学	945
第一节 引言	945
第二节 促进学习的评估	946
第三节 评估对学习、教学之影响	952
第四节 学生对教师教学的评估	954
第五节 结语	960
第二十四章 教学与课程的关系	963
第一节 引言	963
第二节 课程与教学的概念	963
第三节 从学者文章判断理解课程与教学	969
第四节 讨论	980
第五节 结语	983

第四编

第二十五章 教学的国际比较	996
第一节 引言	996
第二节 教学改革国际经验	997
第三节 从跨文化视角理解教学差异	1004
第四节 结语	1012

第二十六章 教学研究及其范式	1014
第一节 引言	1014
第二节 教学研究的持久议题——教学效果之探究	1015
第三节 其他研究视角的出现	1026
第四节 研究范式之争	1033
第五节 结语	1068
第二十七章 教师教学与学生学习的关系	1071
第一节 引言	1071
第二节 优质教学与学生学习的关联——概念层面的探讨 ...	1073
第三节 教学方式与深层、表层学习之关系	1085
第四节 根据 Gagné 的学习条件设计教学	1101
第五节 学习与教学之关系——社会文化观的角度	1107
第六节 根据学生学习的功能安排教学活动	1112
第七节 教师作用的有限性	1116
第八节 结语——做个反思实践者，发展教师改进教学的 触觉	1122
第二十八章 课程大纲和教学方案的作用	1126
第一节 引言	1126
第二节 课程大纲作为记录教学学术的工具	1127
第三节 对“课程：观点与设计”一科的课程大纲之分析 ...	1130
第四节 对“课程：观点与设计”一科各课节教学方案的 分析	1148
第五节 结语	1180
鸣 谢	1182

第十九章 学习教学

第一节 引言

众多研究文献说明,需要指导新手教师进行教学(Bolin, 1988; Clifford & Green, 1996; Daloz, 1986, 1999; Duke, 1992; Elliot, 1995; Gordon, 1991; Jonson, 2002; Maynard, 2000; Mullen & Lick, 1999; Portner, 1998, 2002)。尽管教育专家、教师组织、学区以及大学研究者都提倡进行校本指导,许多新手教师在入行时仍然经历“沉没或漂移不定”。因此,在美国约有三分之一的教师在入职的前三年内离开教职(Gordon, 1991; Jonson, 2002; Portner, 1998)。近年来,越来越多的人相信不应仅仅寻求指导新手教师的方法或课程,还应深入研究新手教师学习的社会和文化方面的经验,因为每位教师学习教学的经历都是高度社会化的、动态的。理解新手教师和那些富有经验的辅导教师(mentor teacher),理解他们的社会学习经验,更能为新手教师的导师提供有用信息(Street, 2004, p. 7)。

举例来说,Wood(2000)考察了27位入读为期一年的学士后教师教育课程的学生,运用现象图析学(phenomenographic)的方法分析访谈数据。研究主要探讨三个问题:对准教师而言,学习教学意味着什么?准教师在多大程度上认同“学习教学是改变对教学的理解、改变教学的构成要素及其之间的关系”这一观点?如果学习教学的定义是改变对教学的理解,那么准教师应该做什么才能学会教学?研究

运用访谈资料中呈现的分类来评估准教师的理解在课程中的发展。结果表明，课程在发展准教师的理解方面是成功的，同时也揭示影响理解发展的因素，研究结果为教师教育课程的设计提供了启示（p. 75）。Wood 从两方面探讨他的研究结果。

首先，变式是一种学习工具。这个教师教育课程的预期结果是准教师教学时应该力图让学生理解反思目标中的经济概念。探究学生理解的过程应该尽可能使准教师接受概念转变的学习观点。跟这种学习观点一致的是，课程决定把讲授经济作为准教师的反思目标，目的是探讨他们跟其他准教师以及课程导师的理解。变式作为学习工具的有效性，主要体现在研究发现所展示的两个层面上，即学生的理解和准教师的理解上（p. 89）。

其次，理解作为一种能力。在 Wood 的研究中，对教学的最佳理解就是让学生学会反思。反思指学习者就内容的思考进行再思考，正如元认知概念中的意思一样（Pramling, 1988）。这种教学的结果就是学习者会以不同的方式来看待所学的内容或现象，他们改变了原来自己对那种现象的意义的认识。对教师而言，这种教学就是用元认知的方式跟学习者一起学习，关注学习者对所学内容的反思，运用理解中的变式工具。这种教学要求必须好好组织课堂经验，以便把学生对课堂内容的思考作为学生再思考的目标。从这种观点来看，学生具有很强的思考能力，他们都是独立自主的思考者，有能力思考自己的学习（p. 89）。

要跨越教师教学内容知识跟学生对内容的理解之间的鸿沟，建立二者之间的关联，需要教师把注意力从关注自我转移到关注学生的学习上来。Wood（2000）的研究结果表明，有些准教师确实能够完成这样的焦点转移。从学生学习的个案当中，可以得出下述相关因素：（1）促进教师对教学方法（如何教学）和教学结果（教会了什么）之间辩证关系的认识；（2）当学习者感觉不能维系二者之间的辩证关系时，就会产生明显的不一致；（3）增强教师对这种观点的认识，即除非有意识地把学生的意义视为教学的目标，否则课堂上的沟通只能以知识的复制为基础；（4）运用学生思考的例证（通过合作而收集的）

来发展教师对学生意义的认识；(5) 把教学活动视为学生创造意义的机会；(6) 运用科目内容提供的意义架构和方法比较学生跟教师的意义；(7) 把学校的评估解读为对意义学习的评估 (p. 90)。

Wood 对教师学习教学的研究作为本章的开始，极具意义。他把变式看成是一种学习工具，把学生理解作为一种能力，是教师学习教学的重要基础。本章从学习教学的理论基础、对教师知识和信念研究、各科目或课题的教学学习、学习教学的评价、如何促进学习教学等方面，分析学习教学的内涵和一些实证研究的成果。

第二节 学习教学的理论基础

有关教师学会教学的论述很多。学者已从多种角度考察教师学习——他们在知识、信仰、思考方式、行为方式以及他们如何看待自己作为专业人士等方面所发生的改变 (Carter, 1990; Feiman-Nemser, 1983; Richardson, 1990)。为探讨这些改变，Borko 和 Putnam (1996) 尝试以认知心理学为起点。认知心理学关注个人的心智生命。Lauren Resnick (1985, p. 124) 提出，“认知心理学的核心是以人的头脑为中心，将思考过程视为具体的现象，以便对其进行科学的研究”。认知心理学注重思考的内容和过程，注重个人如何组织和运用知识，Borko 和 Putnam (1996, p. 673) 主要关注教师的知识和信念。他们探讨的主要问题是新手教师学会教学、经验教师试图改变自己教学实践的过程中，教师的知识和信念如何改变。

Borko 和 Putnam 建立了一个概念架构，融合认知心理学学会学习观点的主要假设、教师知识和信念范畴两种内涵。按这个框架，他们评析有关职前教师及在职教师学会教学的文献，总结建议，以便帮助新手教师及经验教师拓展、深化他们的专业知识基础。这些文献分析的内涵由认知心理假设开始。多数认知心理观点都有几个中心假设

和主题。共同的主题包括：(1) 知识在思考、行为和学习中的中心作用；(2) 学习是一种主动的建构过程；(3) 知识和学习处于具体的脉络和文化之中 (p. 673)。而认知心理学的假设则主要有以下几种。

- 知识的中心作用：认知心理学家假设个人的知识架构 (knowledge structure) 跟个人对世界的心理表现 (mental representations) 在思考、行为和学习中具有核心的作用 (Borko & Putnam, 1996, p. 673)。Shulman (1986) 呼吁学习教学的学生多多关注教师的知识，特别是他们所教学科内容的知识 (Borko & Putnam, 1996, p. 674)。

- 学习是主动的建构过程：认知理论强调学习不仅仅出现在记录信息的过程中，更体现在阐释信息的过程中。学习结果是心理组织和架构 (mental organization and structure) 的改变，是主动建构的过程。从这种观点来看，教学应该创造支持学习者努力建构意义的环境，其意义更甚于向学习者描述知识及现成的理解 (Borko & Putnam, 1996, p. 674)。

- 知识和学习处于具体的脉络和文化之中：很多现代的认知理论学家都很关注个人头脑中存在的知识跟知识获得及运用情境之间的关系 (Brown, Collins, & Duguid, 1989; Bruner, 1990)。职前教师经常修读一些基础课程 (例如，哲学、社会学、教育心理学) 以及学科课程 (例如，阅读、数学等)，但很少有机会融合或协调不同课程之间的内容。人们却期望他们能将这些理论和技能综合运用到自己课堂的教学中。现实中，越来越多教育者拒绝这些不现实的、零零星星的学校教育方法，纷纷提议用另类的指导模式取而代之，以便跟认知心理学家所注重的学习的情境特性相适应。这些模式包括交互教学法 (reciprocal teaching) (Palincsar & Brown, 1984)；认知见习法 (cognitive apprenticeships) (Collins, Brown, & Newman, 1989)；指导对话法 (instructional conversations) (Saunders, Goldenberg, & Hamann, 1992; Tharp & Gallimore, 1988) 等，都试图将学生的学习置于更完整、更有意义的脉络之中。此外，各个学科领域的改革者也纷纷强调理解、推理以及在重要思想之间建立关联的课程和教学，将所

有的要素都交织在知识运用的情境中（例如，全国数学教师委员会，1989；全国研究委员会，1993）。教师教育尝试在知识如何概念化、理解新手和经验教师如何获得知识方面都见证了类似的转变（例如，Carter, 1990）（Borko & Putnam, 1996, p. 674）。

● 先备知识和信念在学习教学中的作用：教师的先备知识和信念对他们在师资教育经验中学习什么、如何学习的选择极为重要。教师对教学和学习的知识和信念很难改变（Borko & Putnam, 1996, p. 674）。

教师的知识和信念既是改变的对象或目标，也是影响改变的重要力量（Cohen & Ball, 1990b；Putnam, Heaton, Prawat, & Remillard, 1992）（Borko & Putnam, 1996, p. 675）。

第三节 对教师知识和信念的研究架构

学会教学的讨论是围绕知识的三个范畴组织起来的。这三个范畴都跟教师的教学实践紧密相关，包括：（1）一般教学知识和信念；（2）与学科内容有关的知识和信念；（3）教学内容知识和信念。范畴大致根据 Shulman (1986b, 1987) 的分类（Borko & Putnam, 1996, p. 675）确定。对于这些分类，有两点值得留意。第一，有关教师知识和信念的任何分类都多少有些缺陷，能够归纳教师知识组织特征的单一体系是不存在的（Borko & Putnam, 1996, p. 675）。所有知识都紧密相关，在某个特定体系内的教师知识分类并不是相互分离的实体，它们之间的界线也必然是模糊不清的（Marks, 1990）。第二，知识和信念之间的分别，并没有统一的观点（Fenstermacher, 1994）。尽管描述教学知识和信念的分类有一定限制，但分类却是分析教师学习的一种得力工具（Borko & Putnam, 1996, p. 675）。

一、一般教学知识和信念

一般教学知识和信念，包括有效的课室管理所需的各种策略和管理知识，实施课程、创造学习环境所需的教学策略，以及一些对于学习者、他们如何学习、教学如何能够培养这种学习等更根本的知识和信念（Borko & Putnam, 1996, p. 675）。

（一）新手教师

1. 学习一般教学知识和信念培养

在入读正式教师培训课程之前，未来的教师一般都经历过 1 万多小时的“见习观察”（Lortie, 1975）。结果，到参加这些课程时，他们已经具备一套关于教学、学习、教师及学生的知识和信念（Borko & Putnam, 1996, p. 678）。

未来的教师总是希望自己的教学任务比别人的问题少一些，特别是在组织管理等方面。根据 Weistein 的建议，职前教师对于自己将来的教学表现可能会偏于乐观；这种态度可能导致他们缺乏认真投入教师培训课程中的动机（Borko & Putnam, 1996, p. 678）。Ross, Johnson 和 Smith (1991) 总结认为，学习如何教学受一系列复杂的因素影响，最为显著的是学生入读时已有的观点。这些已有观点相当于一个过滤器，决定职前教师如何诠释自己在教师培训课程中的经验（Borko & Putnam, 1996, p. 679）。

2. 对自我和教学的概念掌握

Knowles (1992) 认为，早期教师是教育工作者最重要的榜样，对他们形成自己的教师形象至关重要。Bullough 和 Knowles (1991) 表明，自己对教师的比喻及形象是准教师用来诠释教师教育和教学的视角，有助于决定他们的课室实践。他们建议，教师培训课程的设计要协助新手教师作出明确、仔细的分析，并周全地探究、批判他们带来的教学比喻及形象，就可以使初期的教学经验变得较容易（Borko & Putnam, 1996, p. 679）。Calderhead 和 Robson (1991) 的研究证实 Bullough 和 Knowles (1991) 的发现，表明未来教师在入读职前培训课程时心中已有一定的教学形象（Borko & Putnam, 1996, p. 679）。

3. 学习者和学习

因为准教师经常在实际经验中经历传统教学形式,故协助改变他们关于学生如何学习的信念,将是一项艰巨的任务(Borko & Putnam, 1996, p. 680)。Borko 和 Putnam (1996, p. 680) 引用不同学者的研究成果,以展示教师的知识和信念如何形成。Kagan 和 Toppins (1991), Ammon (1991), Levin 和 Ammon (1992) 等研究显示,教师对学生的信念十分复杂。Kagan 和 Toppins 发现,在学期中专业成长最大的学生教师(student teachers)倾向从多个角度来看待学生,正面响应学生的问题,并尝试以原因—效果的关系来解释学生的行为。他们总结,对学生的了解是新手教师学习教学的主要构成要素。Ammon 及同事(Ammon, 1991; Levin & Ammon, 1992)通过访谈数据表明,在课程举行的过程中,参与者对于学习的想法变得越来越复杂,越来越完整,越来越趋向于建构主义理论。这种发展会一直持续到教师课堂教学的最初几年(Levin & Ammon, 1992)。

然而,Borko 和 Putnam (1996, p. 680) 引用一些其他研究,说明教师的知识和信念仍与其个人经验极有关系。Holt-Reynolds (1992) 通过访谈发现,教授往往推动以学生为中心、关注过程的课堂教学法,并质疑把教师讲述作为教学工具的价值,但是,基于职前教师已有的对“好的”教学、“好的”学科内容及“好的”学生能力的概念认识,他们纷纷拒绝了他的观点,而对这些概念的认识大部分来自他们的个人经历。Holt-Reynolds 发现,职前教师拒绝接受新观点的理据是一致的、相类似的,这些观点清晰地植根于他们的个人经历(Borko & Putnam, 1996, p. 680)。Hollingsworth (1989) 研究发现,14 位入读课程的学生有一半深信,学习主要是通过教师指导的讲授来获得的,而不太需要学生的主动参与。在课程结束的时候,学生都认为,可以积极主动地构建自己的知识。但是,每个人认识的深度不一样,其差异跟学生原来所持有的对在校学生如何学习的信念是相对应的。

4. 讲授一般教学知识和信念

Comeaux (1992) 描述的“教育的社会基础”课程，其目标包括挑战学生检验自己对教学和学习的看法，并支持他们从实证主义到建构主义的世界观的转变。研究者收集的资料都表明，当教学课程去挑战职前教师的信念时，他们的信念确实发生改变。然而，McDiarmid (1990) 则对信念改变存有怀疑。他提醒，那些愿意重新检验理解和信念的学生，未必能将所学的课程转移到教学实践中 (Borko & Putnam, 1996, p. 682)。

(二) 有经验的教师：重新考虑知识和信念

谈及一般教学知识和信念，Borko 和 Putnam (1996, p. 682) 提及两方面的研究。一是有经验的教师的一般教学知识和信念。研究者和改革者一直在呼吁改变传统的教学模式。近年来，多数关于教师学习的研究都关注如何支持教师改变自己的教学方式。二是重新考虑现有的知识、信念及实践。每当教师准备采纳新课程或新的讲授技术时，他们都是通过现有知识、信念及实践的视角来了解、运用这些创新 (Cohen & Ball, 1990b; Putnam et al., 1992; Richardson, 1990) (p. 683)。

关于第二点，Borko 和 Putnam 引用了不少研究来说明。例如，一些案例是美国加州小学数学研究项目的一部分。该研究项目探讨州一级的政策、区一级的活动跟小学教师的想法、课室实践之间的关系 (Cohen & Ball, 1990a, 1990b; Peterson, 1990)。其中一位参与研究的教师响应州和区的号召，她把二年级学生分成小组，以便更多地运用合作学习 (Cohen, 1990)。尽管改变了学生的座位安排，但是课室内的指导方式仍是教师与个别学生之间或者教师与全班学生之间的交流，不允许学生之间直接互动，小组起不到明显的指导作用。这位教师这样运用合作小组，基于她对学生互动的现有的信念及实践 (Borko & Putnam, 1996, p. 683)。

越来越多的研究者、教师教育工作者及政策制定者认为，要使教师改变自己的教学实践，他们必须更多反思自己的实践，以明晰自己对教学和学习的知识和信念，在反思的基础上，乐于重新思考自己的实践 (Clift, Houston, & Pugach, 1990; Schon, 1991)。Fenster-

macher 和 Richardson (1993) 建议, 要想鼓励教师根据新思想, 重新思考自己现有的实践, 一种方法是让他们重新建构自己教学行为的实践论证 (practical arguments)。实践论证是个人对行为理解的正式表述; 它们所描述的是基本理据、实证支持, 以及作为行为前提的情境脉络 (Borko & Putnam, 1996, p. 683)。

越来越多的研究表明, 要使教学实践发生持久、有意义的改变, 就必须改变教师对学习者的性质所持有的基本信念。鉴于传统的教学观视学习为通过实践而掌握讲述信息和技能的过程, 而绝大部分现代改革的尝试都植根于认知—中介 (cognitive-mediational) 的概念, 将学习视为学生—中介 (student-mediated) 的过程, 学习者是主动的问题解决者, 能够建构他们自己的知识 (Anderson, 1989) (Borko & Putnam, 1996, p. 684)。

但是, 在合作小组一起工作的过程中, 教师对学生学习数学及自己作为协助者角色的看法发生了根本的改变。她逐渐认识到学生拥有的数学知识比她原来想象的要丰富得多, 自己解决问题的能力也很强。她不再将自己视为传递数学知识的数学权威, 而将自己的角色再概念化为“跟学生协商数学的意义, 积极参与学生的学习” (Wood et al., 1990, p. 502)。Wood 等发现, 该教师讲授阅读的观点和实践都没有发生类似的改变。尽管她看待学习者和自己讲授数学科的角色发生了相对根本的改变, 但她基本上仍然将学习阅读视为实践技能和知识的掌握, 由教师讲授并示范。很明显, 她对学习者和学习在数学科上的观点并没有迁移到她对阅读的教学上 (Borko & Putnam, 1996, p. 684)。

总的来说, 一般教学知识和信念在教学中十分重要。在某些学科领域中, 尽管已经成功帮助教师改变他们对学习者以及他们如何学习的努力, 但改变这些观点能否推广到其他领域, 或是能否推广至实际教学中, 目前尚无定论。

二、与学科内容有关的知识和信念

研究架构的第二个重要元素, 就是与学科内容有关的知识和信

念。Schwab (1964) 辨别学科内实质结构 (substantive structure) 和句法结构 (syntactic structure) 的分别。实质结构指的是某一学科内观点、概念及事实组织的方式——这个学科的主要原则、理论和解释架构。句法结构指的是指引某学科探究的举证规则——建立新知识、决定新观点效度的方式 (Borko & Putnam, 1996, p. 676)。Ball (1990a, 1991) 辨别数学知识 (knowledge of mathematics) 跟关于数学的知识 (knowledge about mathematics) 之间的分别。她将数学知识定义为对具体题目、程序和概念的理解, 以及数学内部的组织结构和联系。而关于数学的知识则包括对数学知识本质的理解——它从哪里来、如何改变、真相如何建立, 以及了解数学、做数学分别意味着什么 (Borko & Putnam, 1996, p. 676)。

有一种论点需要特别注意, 即教师需要了解更多, 而不仅仅是学科的事实、术语和概念。他们对组织各种观点、各观点之间的联系、思考和讨论的方式以及本科的知识增长等方面的知识是一个重要因素, 会影响他们如何讲授这个学科 (Borko & Putnam, 1996, p. 676)。

教学中, 学科内容知识扮演着重要的角色。很多研究都表明, 学科内容知识丰富的教师倾向于强调学科的概念、问题解决及探究等方面。学科内容知识不太丰富的教师则更强调事实、规则、程序, 并紧紧依赖详细的教案或课文, 有时就错过了关注重要概念或概念之间的联系 (Borko & Putnam, 1996, p. 685)。Carlsen (1989) 的研究表明, 知识最丰富的三个单元与知识最贫乏的三个单元的教案的比较显示, 当教师对所教单元拥有丰富的知识时, 他们更可能在全班进行熟背课文 (recitations) 后回答问题的活动。当他们对所教单元的知识掌握不够充分时, 他们更可能运用试验活动、小组研习之类的活动。Carlsen (1989) 将前一类教学策略的特征描述为“危机对话” (conversationally risky), 后一种为“安全对话” (conversationally safe) (Borko & Putnam, 1996, p. 686)。总的来说, 研究都支持: 教师必须拥有丰富且灵活的学科内容知识, 以使用跟教育改革努力配套的方式进行教学 (例如, 强调理解、推理以及观点之间联系的方式等)

(Borko & Putnam, 1996, p. 686)。

(一) 新手教师的学科内容知识和信念

Borko 和 Putnam (1996, p. 686) 探讨教师学科内容知识时, 提及内容和实质结构 (content and substantive structure) 与句法结构 (syntactic structure) 两方面。对于内容和实质结构, Borko 和 Putnam 引述 Ball 的分析, 认为如果仅仅理解数学背后的原则, 准教师是不能胜任教学的。同样, 准教师的数学知识, 不能保证他们摆脱常规的、以分割的主题为特征的数学教学、学习方法。Simon (1993) 针对小学教师知识领域的研究也支持了这些发现和结论。

至于句法结构 (syntactic structure) 学科内容知识的学习与讲授, Borko 和 Putnam (1996, p. 688) 则引述 Civil (1992) 讲授一门课程的研究, 说明如何成功地改变了新手教师对于数学的知识和信念。教师们对数学意义的反思显示他们作为反思学习者的成长, 清晰表明他们乐于做数学, 评论中也体现了深刻的见解, 并将自己在课程中的经历与之前学习数学的经历进行对比。Borko 和 Putnam 认为, 这些研究探讨了准教师在课程中对数学及讲授数学的学习, 清楚表明: 围绕问题解决、小组学习及谈论数学的机会而组织起来的课程, 能够改变参与者的观点, 特别是他们对了解数学的意义、如何学习数学, 以及提高他们数学内容的实质知识等方面的理解。

(二) 有经验教师的学科内容知识和信念

谈及学科内容知识, Borko 和 Putnam (1996, p. 689) 认为很少研究者想问教师一些可能使他们觉得自己欠缺知识的问题, 特别是跟发展了合作关系的教师。出于对教师工作及其基础知识的尊重, 研究者也不想教师有负面的感受。结果, 研究者经常不会问直接评估教师学科内容知识的问题。然而, 他们介绍了三项分析有经验教师的学科内容知识的研究, 包括 Smith 和 Neale (1991), Krajcik, Layman, Starr 和 Magnusson (1991), Schifter 和 Simon (1992)。三项研究假设, 要提高教师讲授科学和数学的能力, 并将重点放在理解上, 需要教师加深对这些学科领域的知识。三项研究都探讨暑期专业发展课程的教师学科内容知识和教学内容知识的改变。三项研究发现有关经验