

张莫宙 李士铨 主编

数学教育研究前沿

第三辑

III

华东师范大学出版社

教师教学知识 发展研究

范良火 著



张奠宙 李士琦 主编

数学教育研究前沿 · 第3辑

教师教学知识 发展研究

范良火 著



华东师范大学出版社

5XJYJQY

总 序

——建设有中国特色的数学教育理论

数学教育的历史和数学本身的历史一样长。当人类结绳记事的时候,就有把数量大小、先后次序传授给下一代的教育。在埃及的纸草、巴比伦的泥板、中国的竹筒上,都留下了数学的痕迹,那是当时让儿孙们去认读的文书。中国隋唐时期设明算科,凭数学知识居然可以到朝廷去做官,更是数学教育史上一件盛事。

至于现代的学校数学教育,自然始于西方。中国实行学校制度,普遍开设数学课程,当是辛亥革命推翻清朝以后的事,至今也就百年。不过,中国数学教育的发展似乎并不落后。近百年来,先学日本,继学欧美,再学苏联,可谓博采众长。经过大跃进、调整巩固、文革动乱、拨乱反正,自己也慢慢摸索出一条发展中国数学教育的路子来了。依照国际数学水平测试的结果,中国学生的数学成绩不仅远超发展中国家,而且也优于发达国家。个中原因,现在还没有非常认真地总结过。一个不争的事实是,儒家文化、考试文化、考据文化等因素,是影响中国数学教育成功的因素之一。那么,在实践中获得成功的中国数学教育,是否可以产生一种理论呢?似乎还不能给出一个明确的结论。

数学教育作为一种理论,大约是20世纪60年代以后的事。那时荷兰数学家弗赖登塔尔担任国际数学教育委员会主席。他主张数学教育研究应当像数学研究一样,要明确前人做了些什么,现在有什么问题,我用什么方法研究,得到了什么新的结果。1968年第一次



国际数学教育大会召开,算是现代数学教育研究的肇始。

如果说,中国在数学教育的实践上取得了引人注目的成就,那么在数学教育研究上则相对落后。长期以来,是把数学教育研究等同于国家数学教学大纲的说明书(“教材教法”),或者走“一般教育学+数学例子”的研究道路。数学解题理论只到波利亚为止。发表的文章中,除了解题以外,往往是介绍国外的东西,或者综合性地加以报导,并未参与研究或进行评论。至于自己的主张,则往往只是“浅谈”、“初议”、“思考”、“感想”而已。其中不乏真知灼见,却因缺乏“科学”的方法,淹没在泛泛而谈的论述之中。

我们在20世纪80年代就想改变这一现状,编写过《数学教育研究导引》一书,试图介绍一些数学教育研究的范本。此书发行一万册,后常见在不少文章中引用其中的观点,大概还算有些影响。十几年过去了,我国的研究工作有了一些进展,于是就有出版这套《数学教育研究前沿》丛书计划。蒙华东师范大学出版社领导和倪明同志的支持,历时三载,现在终于和大家见面了。作为这套书的编者,我们是力求展现中国式的数学教育研究,尽量把学术含量较高的作品收集起来。其中有在美国、新加坡、德国以及香港和内地大学所做的博士论文,也有针对中国现状所做的调查报告、专题研究,意在积累和展示中国数学教育学者的研究成果,为建设中国特色的数学教育理论提供一些基础。

本丛书的主题及其结论固然可以供大家参考,但我们更愿意推荐的是作者使用的一些研究方法。近年来我国的数学教育研究在方法方面已经有所改进,但从选题的范围,到探索论据的途径和角度,直至提炼结论的恰当程度,仍大有提高之处。纵观近几年国际上的数学教育研究,方法上正在经历变动,更加强调定性分析与定量分析的完善结合。要尽快提升我们研究的水平,关注和学习研究的方法在当前显得尤为重要。借鉴丛书提供的优秀的方法范例,能使我们的一些课题研究以及博士、硕士论文的写作有更严谨的、规范的参照坐标。



收录本丛书前两辑的均是薄本子,约10万字。我们希望研究的课题适当小一些,谈的问题精一些,做到言之有物,言必有据。这是我们的编辑意图。范良火的《教师教学知识发展研究》,因英文版的篇幅较大,为反映全貌,保留它的完整性,全文照译,单独作为第三辑。

数学教育研究的目的,是揭示数学教育的基本原理、特有规律,把隐藏在大量实践背后的因果线索理清楚,并上升为理论。这里,不能仅仅停留在若干教育学、心理学的一般规律上,更不能只满足于符合一些时髦的口号。弗赖登塔尔的“数学现实论”、“数学再创造论”、“数学形式化原则”;波利亚的“合情推理”学说;范·希尔的“几何学习5水平”界说;杜宾斯基的APOS数学概念教学观;徐利治的数学方法论;陈重穆的“淡化形式、注重实质”;张景中院士研究的“Z+Z”数学教育软件等等,都具有浓厚的数学品味和理论价值。从本丛书的成果中,我们也看到了这样的特点。作者们并没有停留在“建构主义”、“个性发展”、“尝试探索”一类的教育学口号之上,而是针对数学教育情境,由下而上,比较扎实地就某个专题进行探究。一位数学教育家说过,数学教育研究应当“上通数学,下达课堂”,大概是不错的。

现在我们还有许多重要的事情要做。例如,数学“双基”教学模式,数学练习的变式方法,数学训练中的熟能生巧,数学习题中的中国式设计,数学课程的中国特色,以及中国数学教育的原始资料的积累等等,都有待于今后的努力开拓。建设有中国特色的数学教育理论,任重而道远。愿我们大家积极地进取开拓,在不远的将来,在世界数学教育论坛上能够多听到中国的声音。中国应该为国际数学教育事业作出自己的贡献。

张奠宙 李士琦

2002.9.7



序

这是范良火君在芝加哥大学的博士论文,值得一读。他的导师 Z. 尤西斯金是一位实力派的数学教育家。2000 年在东京举办第 9 届国际数学教育大会,尤西斯金是美国代表团的团长,其地位可见一斑。华东师范大学和尤西斯金教授的交往,最初是由陈昌平教授发出邀请来校访问,当时唐瑞芬先生任翻译。后来我两次访问芝加哥大学,参加过 UCSMP 的国际数学教育会议。1994 年尤西斯金二度访问上海,来往更多。1989 年,范良火在华东师范大学获得数学教育的硕士学位之后,1993 年又经李秉彝教授和我的推荐,到了芝加哥。1998 年完成的博士论文,译成中文之后,便是本书。

范良火是浙江象山人,和我的家乡奉化同属宁波市,算是老乡。1986 年,我成了他的硕士生导师。尽管彼此年龄要差 30 年,但是谈起数学教育,彼此是同行和朋友,每每畅叙到深夜。记得 2000 年在东京的国际数学教育大会上,我们一同主持“华人数学教育论坛”,合作愉快。那时我们同住一个旅馆,每晚常围绕有关学术问题交谈至子夜。由于这一“论坛”的成功,由他和另几位海内外学者主编的一本向世界介绍“华人如何学习数学”的英文著作正在大力筹备之中。现在他任职于新加坡国立教育学院,已经是指导博士生的导师了。无论如何,对中国的数学教育事业一往情深,我想他终生不会改变。

说起这篇博士论文,感慨良多。中国的数学教育实践应该说很有成就,在严密管理的国际测试中,中国中小学生的数学成绩一直名列前茅,为世人所瞩目。但是,在数学教育研究领域,国际上却很少



听到我们的声音。这首先是像我这样的大学教授努力不够。究其原因,最重要的是缺乏数学教育研究的学术规范。境外的数学教育同行常常遗憾地对我说:“中国大陆的数学教育很有特点,但是数学教育的研究论文则不能令人满意。论文要解决的问题不够清晰,用什么研究方法缺乏交代,给出的结论则很少有靠得住的证据。”我想,学术规范仅靠“规定”是不够的,最要紧的是拿出一个样品、一个范例来。于是,我想起范良火的这一篇,也许可以起到一些这样的作用。

在数学教育研究领域中找到一个好题目,并非容易。范良火确定了这样的问题:“数学教师关于数学教学的知识是从哪里得来的?”以往认为,数学教师总是像他的老师教他时那样教他的学生。这个结论对不对?这个问题,看起来很普通,其实涉及教师教育和教学改革的成败得失。题目具有实际性和原始性,前人尚没有深入地探讨过,因而有很高的研究价值。

论文接下来要了解前人做过些什么,把文献查清楚。自己的研究要解决哪些问题?创新的空间在哪里?

然后是制定研究方法。他选择三个学校为样本,77个教师为研究对象。设计的研究工具有“问卷调查”、“课堂观察”、“教师面谈”三种。然后对所研究的数据资料逐一记录加以分析。

最后,用数据处理、理论探究、个案分析的方法,得到结论。

范良火的博士论文的结论告诉我们:数学教师的教学知识,主要是自己琢磨与反思、和同行日常交流以及职后培训得来。至于当学生时的经历、职前培训,相对来说就不甚重要。这一结论对于我们这样的负责本科生数学教育培训的师范大学来说,未免扫兴。但是,论文得出的是科学结论,并非凭空想象。这种学术研究得出的科学结论,是不能随便推翻的。如果要怀疑它对中国的数学教育实际是否适用,那么也请您做一个类似的研究,大家用科学结论对科学结论,真理才会越辩越明。

顺便说,近来中国大陆已有若干个数学教育的博士点,博士论文也已经出来一批。虽说大家都很有努力,但在学术性方面,似乎不能令



人满意。有的博士论文连哪些是前人的论述、哪些是自己的创见都没有分清楚,洋洋洒洒写将下来,如何体现博士研究的价值?

总而言之,我以为,范良火君的这篇论文,中规中矩,符合当今数学教育论文的一般学术规范,在美国的数学教育博士论文中也属上乘之作。当然,它的结论我们也可以不同意,更允许作进一步的探讨。我在这里着重推荐的是这种研究方法:清晰的问题——创新的目的——科学的方法——可靠的证据——周详的分析——明确的结论。我们每年无数的数学教育立项研究,至少要有一部分具备上述的基本特征才好。我们都在说要建设有中国特色的数学教育理论,没有正确的研究方法,怎能出现具有说服力的理论来?

提高数学教育研究的学术水准,是一项国际性的任务,只是在中国更为迫切罢了。因此,在提高学术性的征途中,包括笔者,也包括范良火博士在内,让我们大家一起努力,彼此共勉。

张奠宙

2002年中秋前夕



自序

本书是笔者在美国芝加哥大学社会科学学院所完成的哲学(教育学)博士论文基础上献给读者的。

本书所论述的研究主要属于数学教育、教师教育和教师职业发展范畴,也涉及到一般教育学、哲学(认识论)、学校管理和教育政策等领域。概括地说,该研究的主要问题是:教师是如何发展他们的教学知识的?研究的原始资料和数据是通过问卷调查、课堂听课和教师面谈,从芝加哥大都市区 25 所最好的高中学校中进行随机抽样所选取的 3 所学校、77 名数学教师中收集的。资料分析和数据处理运用了定性和定量的研究方法。研究得到的主要结论是,从总体上说,教师“自身的教学经验和反思”以及“和同事的日常交流”是他们发展自身教学知识的最重要的来源,“在职培训”和“有组织的专业活动”也是比较重要的来源,但是相比之下,“作为学生时的经验”、“职前培训”和“阅读专业书刊”则是最不重要的来源。

本书的第 1 章介绍了本研究的背景和全书的结构。第 2 章论述了关于知识的哲学基础,以及相当广泛的有关教师知识研究的文献述评,后者所包含的文献分别围绕着三个主要的问题:一、教师需要什么知识;二、教师具有什么知识;三、教师怎样发展他们的知识。第 3 章建立了关于考察教师教学知识及其来源的思想框架。其中教师关于教学的知识分为教学的课程知识、教学的内容知识、教学的方法知识三个方面。相应的知识来源则包括了教师过去中小学学习的经验、职前培训、在职培训、有组织的专业活动、和同事的日常交流、阅



读专业书刊、自身的教学经验和反思,等等。第4章陈述了研究的设计和进行的过程。第5至第7章分别从前述的教师教学知识的三个方面报告了从研究中所获得的发现。第8章以知识来源为出发点补充了前面三章没有论及的有关问题。第9章总结了研究的发现及由此得到的结论,并讨论了它们对于教师(师范)教育工作者、学校管理工作者和教师本身在如何有效地提升教师自身的教学专业知识方面的意义,以及对研究者在这方面开展进一步研究的建议。

应该指出,教育研究作为社会科学研究的一部分,任何问题的提出、方法的运用、结论的获得及推广都有一定的实际背景和范围。本研究的样本来自于美国芝加哥地区最好的25所中学,故其结论未必完全能推至美国的其他地区或不同性质的学校。中国的国情,包括学校教育,尤其是教师培养的体系和教师发展的环境与美国相比,既有共同之处也有显著的差异,因此国内的读者阅读本书时更自应对此有所注意。仅举一个差异的例子,美国教师包括数学教师每星期通常要教30课时左右,这是他们反映没有什么时间阅读专业书刊、从而把其列为他们获得教学知识的最不重要的来源之一的一个客观原因。回想作者本人在国内教初高中数学每周10至15课时的经历,阅读专业书刊曾是作者增加自己关于教学专业知识的最重要的来源之一。这种情况在国内并不少见。但是另一方面,应该注意到学校教学运行的基本方式和教师职业的基本特点,无论在中国还是美国都有其共性,因此我期望本书的发现和结论,而不仅仅是研究方法,能够对国内读者在思考和认识有关问题时有所启发和帮助。当然,国内教师究竟怎样发展自身的教学知识,以及不同的来源有怎样不同的重要性,需要专门的研究。在我看来,作为作者,如果本书能在一定程度上有益于国内的同行获知国际上特别是美国关于教师知识发展研究的最近二十年左右的一些进展,并促进在这一领域开展研究的兴趣,那么本书出版的主要目的也就达到了。

很多熟悉国际通行社会科学研究方法的学者注意到了国内传统研究方法上存在的值得大力改进的方面。例如,中国留美学者李建



华先生曾在第九届国际数学教育大会“全球华人数学教育学者论坛”上指出中国和国际上进行数学教育研究通行方法的差别,以及学习和借鉴国际上已经比较成熟的研究方法的必要性^①。华东师范大学数学系张奠宙教授也曾多次强调进一步提高研究方法水平对促进我国数学教育研究发展及提高我国在国际数学教育交流中地位的重要性^②。同样,根据我本人在国内外从事数学教育和社会科学学习和研究的体会,我深感在现阶段,这一问题不仅对于国内数学教育研究的发展,而且广义地对于国内更一般的社会科学研究的发展具有十分的重要性。而在国外尤其是美国的很多大学里,博士学位论文中应遵循的研究方法及写作均有较成熟的规范和要求。正是由于上面的考虑及张奠宙教授的建议,本书的中文版正文保持了英文版(1998)的原貌^③,未有增删,以便完整反映作为美国一大学博士学位论文原有的研究方法和写作规范的特点。此外,由于本书的分析报告是以研究中获得的大量相关的、尤其是原始的资料为基础,涉及到美国现代学校教育特别是数学教育的许多方面,诸如学校教学环境和资源、教师教学观念、课堂组织形式、课程设置和内容、教科书和其他教学材料、教学方法和技术手段、教师使用和管理等,因此我也希望本书能给由于各种原因需要比较深入地了解美国学校教育、特别是数学教育的实际情况的读者,提供有关的有价值的信息。

不过需要提一下的是,中文版在极个别地方作了技术性更动,主要是为符合中文写作的惯例,也改正了原来的几处疏漏;另外,考虑国内读者的阅读方便,我在书中必要之处尤其是关于美国教育的情况方面,特别为中文版增加了注释;这些增加的注释后面均加了“中

① 见范良火,张奠宙,顾冷沅.第九届国际数学教育大会全球华人数学教育学者论坛报告.国际数学教育委员会通报(*ICMI Bulletin*),2000(2):8~10

② 例如,见:张奠宙主编.数学教育研究导引,第二版.南京:江苏教育出版社,1998.560~562

③ 对英文版有兴趣的读者,可与专门传播发行博士学位论文的美国 UMI 出版公司(<http://www.umi.com>)联系;该书 UMI 出版号:AAT9841511;ISBN:0-591-95662-4



文版注”，以作区分。最后，中文版还特地新增了与本书正文内容有关的附录 I（多项式综合除法的推广和多项式除法的一个一般定理），以及本书正文部分的中英文译名对照和索引。

在中文版出版之际，作为作者，我首先要最深切地感谢我在国内读研究生时的导师张莫宙先生对本书中文翻译工作和出版事宜的指导和关心，并特地为中文版作序。其次我也要诚挚地感谢华东师范大学出版社倪明先生和数学系李士铨先生、以及其他有关人士（尤其是陈信漪先生）在本书出版过程中给予的大力帮助。另外，我要感谢我的同事、数学系教授李秉彝、莱昂内尔·佩雷拉-门多萨（Lionel Pereira-Mendoza）和道格拉斯·埃奇（Douglas Edge）诸位先生的有关协助。本书由原英文稿第 1 至第 9 章而来的相应的中文初稿是由我的博士研究生朱雁小姐帮助我翻译完成的，我在此也一并致谢。顺便说明，我已尽可能仔细地审校和订正了该部分的翻译初稿，并增译了所有的人名和地名。本书其他部分的有关工作均由我自己完成。自然地，书中若有错误，当由我本人承担全部文责。

我曾经在国内从事过较多的中学和高校的数学教学和教师培训的工作，在不少方面获益良多。我在博士论文的英文版扉页上写有“献给所有中国和美国的数学教师们”，当时我希望有一天也能够把自己的研究发现奉献给国内的数学教师及有志于教师专业发展研究的同行们。后来我有机会在小规模的范围内与国内学者和教师作一些交流。现在这一愿望能够通过本书的出版在较大的范围内实现，这自然是十分使人高兴的^①。我期望本书能有益于国内的数学教育研究、尤其是教师发展和培训的研究和实践工作。不过，我深知学无止境。此外，把本书的英文稿较好地翻译成中文也是一件颇具挑战性的任务；特别地，原英文稿中使用的不少专业术语是国际上最近二

^① 在国际上，应该说本研究已受到有关学者同行的肯定和关注。尤其是，本研究提出的课题、建立的思想框架、设计的研究方法和工具，在新加坡和以色列已被移植运用于研究类似的教师知识发展问题，可以说，这是令我作为一名研究者感到最为高兴的事。



十年左右出现的(少数几个则是我本人为该研究而创),中文尚无通行的译法,故我在翻译中作了自己的尝试。总之,如果读者发现本书任何方面的错误或可改进之处,我非常欢迎来函批评和指出。我的电子信箱是:lhfan@nie.edu.sg;来函也可寄上海华东师范大学出版社倪明先生转(邮政编码:200062)。

范良火

2002年9月于新加坡南洋理工大学国立教育学院



致 谢

从事本博士论文研究的整个过程对我来说是一个漫长的充满艰苦而又愉悦的历程。如果没有许多人在一路上给我的支持,要完成本研究是不可能的。

首先,我要最深切地感谢我的导师扎尔曼·尤西斯金(Zalman Usiskin)。他对我的博士论文研究给了全方位的支持,包括在学术、经费和时间诸方面。他真正给了我极大的帮助。作为我主要的导师,他使我在芝加哥大学度过了极有收获的五年。对我而言,他是一位极好的导师。

我也非常感谢我的博士论文指导委员会的另两位成员,罗伯特·德里本(Robert Dreeben)和约翰·克雷格(John Craig)。德里本先生除了给我很多其他的帮助之外,他的真知灼见和洞察力对我改进本研究的思想框架尤有帮助,而克雷格先生的指导对我更好地准备为收集研究原始材料而所作的实地调查有特别的帮助。

我也要感谢我博士论文答辩委员会的两位外部成员,肯尼思·黄(Kenneth Wong)和苏珊·斯托达尔斯基(Susan Stodolsky)。他们敏锐的意见已被吸收入论文最后的定稿之中。

芝加哥大学学校数学设计项目研究基金(University of Chicago School Mathematics Project Royalty Fund)为本研究提供了慷慨的经费资助。该资助对本研究的展开至关重要。我对该项目基金研究委员会批准我的申请报告非常感谢。

本论文的研究也得到了约翰·麦康奈尔(John McConnell)、史



蒂夫·维克托里(Steve Viktora)、莉兰恩·科恩(Lilane Kohen)和蒂莫西·坎诺德(Timothy Kanold)的重要帮助。我在此也谨表谢意。

我还要感谢我在芝加哥大学的一些朋友华贵明(Hua Kwai Ming)、戴维·威顿斯基(David Witonsky)、艾尔弗雷德·埃斯特堡(Alfred Estberg)、苏珊娜·莱文(Suzanne Levin)、艾琳·费尔南德斯(Eileen Fernandez)、张淑惠(Susan Chang)和特德·沃丁顿(Ted Waddington)所提供的各种帮助。

我必须记得参加本研究各个阶段(包括对研究工具的试验阶段)的所有教师、数学部主任以及帮助我安排实地调查的数学部行政人员给我的关键性支持。在我经历了数个星期的学校实地调查后,他们中的很多人成了我的朋友。没有他们的友好合作,本研究的计划将不可能贯彻进行。由于匿名的需要,我在这里不能列出他们的名字,但我的心里将永远不会忘记他们给予我的帮助。我将本博士论文献给他们以及所有像他们一样的中国——我的祖国和美国的数学教师们。自从我在17年前成为一名数学教师起,我的专业生涯一直和数学教师有紧密的联系。我分享他们对于教授数学的感受,理解他们每天面对的挑战,尊重他们从事的这一职业。我也祝愿他们一切顺利。

最后,我希望感谢我的妻子养婷所作的牺牲和给予的支持。我也感谢我的孩子婕远和洋洋的耐心等待和充满童趣的打扰,这使得我从事本研究的历程少了些艰苦,多了些愉悦。



目 录

总 序
序
自 序
致 谢

第 1 章 引论 (1)

- 1.1 研究的背景 (1)
- 1.2 研究的必要性 (2)
- 1.3 问题的阐述 (3)
- 1.4 论文的结构 (4)

第 2 章 文献述评 (6)

- 2.1 什么是知识? (7)
- 2.2 教师需要什么知识? (13)
- 2.3 教师具有什么知识? (22)
- 2.4 教师怎样发展他们的知识? (26)
- 2.5 文献述评的总结 (33)

第 3 章 研究的思想框架 (34)

- 3.1 知识 (34)
- 3.2 教师的知识 (39)



- 3.3 教师的教学知识 (41)
- 3.4 教师教学知识的来源 (45)
- 3.5 总结 (51)

第4章 研究的设计和过程 (53)

- 4.1 总体和样本 (53)
- 4.2 研究工具 (55)
- 4.3 数据收集 (60)
- 4.4 数据处理和分析 (63)
- 4.5 研究方法的优点和局限 (66)
- 4.6 研究方法总结 (67)

第5章 研究的发现(一):教学的课程知识 (69)

- 5.1 教材的知识 (70)
- 5.2 技术的知识 (88)
- 5.3 其他教学资源的知识 (102)
- 5.4 发现的总结 (112)

第6章 研究的发现(二):教学的内容知识 (115)

- 6.1 问卷调查数据的分析 (117)
- 6.2 面谈资料和分析 (126)
- 6.3 发现的总结 (152)

第7章 研究的发现(三):教学的方法知识 (154)

- 7.1 问卷调查数据的分析 (155)
- 7.2 面谈资料和分析 (162)
- 7.3 发现的总结 (185)



第8章 研究的发现(四):一些其他的问题 (186)

- 8.1 教师怎样运用不同的来源 (187)
- 8.2 教师怎样提升他们的教学知识 (201)
- 8.3 发现的总结 (205)

第9章 研究的结论、意义和建议 (208)

- 9.1 总结和结论 (208)
- 9.2 对教师教育工作者、学校管理者及教师自身的意义 (212)
- 9.3 关于进一步研究的建议 (214)

附录 A 邀请学校参加研究的信函 (216)

附录 B 教师问卷调查表 (218)

附录 C 课堂听课笔记 (227)

附录 D 和教师面谈的提纲 (228)

附录 E 和数学部主任面谈的提纲 (230)

附录 F 参加研究的教师概况 (232)

附录 G 对数回归分析的主要结果 (234)

- 1. 教学的课程知识——教科书的知识 (234)
- 2. 教学的课程知识——技术的知识 (236)
- 3. 教学的课程知识——教辅实物材料的知识 (237)
- 4. 教学的方法知识 (237)
- 5. 用来表达新内容的知识来源 (238)
- 6. 教学的内容知识 (239)

附录 H 教师 A2 所用的问题 (241)

附录 I 多项式综合除法的推广和多项式除法的一个一般定理 (243)

参考文献 (248)

中英文译名对照和索引 (265)



表 目 录

- 4.1 问卷调查表中关于教师教学知识及其来源的问题分布 (56)
- 4.2 三所样本学校学生、教师和数学教师的人数(1996~1997)
(61)
- 4.3 问卷调查表的回复率 (61)
- 4.4 课堂听课教师的选择 (62)
- 4.5 被听课班级情况 (62)
- 5.1 教师所教的科目 (71)
- 5.2 给各种来源对其教材知识发展的贡献作不同评价的教师人数
分布 (72)
- 5.3 给各种来源对其教材知识发展的贡献作不同评价的教师按组
别人数分布 (75)
- 5.4 来自面谈材料的教师关于教材知识的来源 (87)
- 5.5 教师在数学课堂上使用计算器和计算机的频率 (89)
- 5.6 给各种来源对其关于怎样运用技术进行数学教学的知识发展
的贡献作不同评价的教师人数分布 (89)
- 5.7 给各种来源对其技术知识发展的贡献作不同评价的教师按组
别人数分布 (92)
- 5.8 来自面谈材料的教师关于技术知识的来源 (102)
- 5.9 教师在数学教学中怎样经常使用教辅实物材料 (103)
- 5.10 给各种来源对其教辅实物材料知识的贡献作不同评价的教师
人数分布 (103)



- 5.11 给各种来源对其教辅实物材料知识的贡献作不同评价的教师按组别人数分布 (106)
- 5.12 来自面谈材料的教师关于教辅实物材料知识的来源 (111)
- 5.13 不同来源对于教师关于教学的课程知识发展的重要性的总结 (113)
- 6.1 对第 20 和 21 题教师所给出的不同数学内容的分布 (118)
- 6.2 问卷调查表中报告的教师关于教学的内容知识的来源 (122)
- 6.3 三组教师回答问题的人数 (124)
- 6.4 三组教师就他们关于在第 20 和 21 题所给内容的教学的内容知识的来源的回答 (124)
- 6.5 三组教师关于从来源 E 获得教学的内容知识的回答 (125)
- 6.6 来自面谈材料的教师关于教学的内容知识的来源 (151)
- 7.1 给各种来源对其教学的方法知识的贡献作不同评价的教师人数分布 (156)
- 7.2 给各种来源对其教学的方法知识的贡献作不同评价的教师按组别人数分布 (159)
- 7.3 教学策略及其知识来源(教师 A1) (166)
- 7.4 教学策略及其知识来源(教师 A2) (168)
- 7.5 教学策略及其知识来源(教师 A3) (169)
- 7.6 教学策略及其知识来源(教师 B1) (172)
- 7.7 教学策略及其知识来源(教师 B2) (174)
- 7.8 教学策略及其知识来源(教师 B3) (177)
- 7.9 教学策略及其知识来源(教师 C1) (178)
- 7.10 教学策略及其知识来源(教师 C2) (181)
- 7.11 教学策略及其知识来源(教师 C3) (183)
- 7.12 来自面谈材料的教师关于教学的方法知识的来源 (184)
- 8.1 教师报告的当学生时所经历过的和成为教师后所使用的教学策略 (188)
- 8.2 教师关于职前培训对增进他们教学知识的作用的评价 (191)



- 8.3 教师所修读的非学位职业培训的课程 (193)
- 8.4 教师在职修读学位课程的专业分布 (194)
- 8.5 教师关于在职培训课程对增进他们教学知识的作用的评价 (194)
- 8.6 教师关于其他职业培训对增进他们教学知识的作用的评价 (195)
- 8.7 教师关于地方/州和区域/全国性有组织的专业活动的作用的评价 (196)
- 8.8 教师关于学校/数学部和学区/县级层次的有组织的专业活动的作用的评价 (197)
- 8.9 教师怎样经常进行非组织性的专业活动 (198)
- 8.10 教师关于非组织性的专业活动对增进他们教学知识的作用的评价 (200)
- 8.11 教师怎样运用不同的来源设计表达新的数学内容的方式 (200)
- 9.1 关于不同来源对于教师教学知识发展的相对重要性的主要发现的总结 (211)
- F.1 各学校教师按性别的人数分布 (232)
- F.2 各学校教师按年龄的人数分布 (232)
- F.3 各学校教师按所获最高学位的人数分布 (232)
- F.4 教师所获学位的专业分布 (233)
- F.5 教师按数学教学教龄的人数分布 (233)
- G.1 关于不同来源对教师教科书知识的贡献之数据的对数回归分析 (234)
- G.2 关于不同来源对教师技术知识的贡献之数据的对数回归分析 (236)
- G.3 关于不同来源对教师教辅实物材料知识的贡献之数据的对数回归分析 (237)
- G.4 关于不同来源对教师教学的教法知识的贡献之数据的对数回



- 归分析 (237)
- G.5 关于教师怎样经常运用不同知识来源设计表达新的数学内容的方式之数据的对数回归分析 (238)
- G.6 关于不同来源对教师教学的内容知识的贡献之数据的对数回归分析 (239)



图 目 录

- 3.1 一个考察教师教学知识来源的框架 (48)
- 5.1 关于所使用教科书的知识 (71)
- 5.2 关于不同来源对教师教材知识的贡献之比较 (73)
- 5.3 三组教师关于不同来源对其教材知识的贡献所作平均评价之比较 (75)
- 5.4 关于不同来源对教师技术知识的贡献之比较 (90)
- 5.5 三组教师关于不同来源对其技术知识的贡献所作平均评价之比较 (92)
- 5.6 关于不同来源对教师教辅实物材料知识的贡献之比较 (104)
- 5.7 三组教师关于不同来源对其教辅实物材料知识的贡献所作平均评价之比较 (106)
- 6.1 教师从各种来源获得关于不同内容的教学的内容知识之比例 (123)
- 7.1 关于不同来源对教师关于教学的方法知识的贡献之比较 (157)
- 7.2 三组教师关于不同来源对其教学的方法知识的贡献所作平均评价之比较 (158)
- 8.1 教师在职前培训中被教到过的不同的教学知识的百分比 (191)



第 1 章 引 论



1.1 研究的背景

20 世纪 80 年代初,美国在最受人瞩目的报告《国家正处于危机中:教育改革势在必行》(National Commission on Excellence in Education,全国优质教育委员会,1983)的推动下又一次掀起了教育改革的浪潮。自那时起,大量有影响的研究报告,诸如霍姆斯小组的三部曲(Holmes Group, 1986,1990,1995),就强调教师及教师的知识对于学生学习的重要性。然而在实践中,教师问题在过去十几年的学校改革运动中没有受到政策制定者和教育改革家们实质性的注意。例如,备受宣传的发起于 20 世纪 80 年代后期的芝加哥公立学校的教育改革,在以改进学校管理为着眼点、以分散权力(后来改为整体化管理)为主要改革策略的同时,却在很大程度上忽略了如何提高教师课堂教学质量的问题(例如,见 McKersie, 1996; Wong, Dreeben, Lynn 和 Sundernman, 1997)。事实上,在《什么最重要:为美国的未来而教学》这一报告中,教学和美国未来国家委员会(National Commission on Teaching and America's Future)下结论说:

总体上,已有的学校改革运动忽略了明显的一点:即教师知道什么和他们能做什么对学生学习什么有至关重要的作用。(National Commission on Teaching and America's Future, 1996, 第 5 页)



为何学校改革者没有去解决教师的问题？研究者们已经指出，其中的一个主要原因是关于教师的发展缺乏成熟的知识；人们对于教学职业的性质以及如何有效地改进师资队伍仍知之不多（例如，见 Dreeben, 1996）。就数学而言，当时的全国数学教师协会（National Council of Teachers of Mathematics, NCTM）主席杰克·普赖斯（Jack Price）指出：

我们还没有发展出一套有效的模式来帮助我们准备和成为更好的教师。这应当是我们所急需解决的问题之一。
（Price, 1996, 第 3 页）

认识到追求有关教师发展的知识的总体需要并特别针对于数学教师，本博士论文旨在探究，在教学专业领域，“教师是如何发展他们的知识的？”



研究的必要性

在学术研究上，近十几年来，随着越来越多的工作开始涉及到教师知识这一领域（更多的可见第 2 章），一些研究者从不同的角度开始认识到对教师如何发展他们自身的知识这一问题进行探讨的必要性。

在发现教师对于数学与数学教学的认识上存在着相当大的差异后，汤普森（Thompson）指出：

随着对教师关于数学和数学教学的认识有更多的了解，开始变得重要的是理解这些认识是怎样形成和修正的。只有如此，所得的发现才会对从事教师专业培训的人员有用，从而促进数学课堂教学的质量的提高。（Thompson, 1984, 第 127 页）

舒尔曼（Shulman）在美国教育研究协会（American Educational Research Association）1985 年年会的主席致词中提出了类似但更具广泛意义的问题：



教师知识的来源是什么?……他或她是何时开始知道这些的?新知识是如何获得的、旧知识是如何提取的、这两者又是如何共同作用从而形成新的知识基础的?(Shulman, 1986a, 第8页)

在一篇比较全面地评述关于教师知识及其影响之研究的文章中,芬尼玛(Fennema)和弗兰克(Franke)指出:

[真正的]挑战在于理解知识是怎样增长和变化的,以及发现[教师的]什么样的经验导致了这种增长与变化。(Fennema 和 Franke, 1992, 第161页)

在另一篇有关学术研究和教师教育的全面性的文献述评中,库尼(Cooney)声称:

可以说教师获取这种[教学的内容]知识的途径是教师教育的支撑点之一(如果不是唯一的话),相应地它应当成为教师教育研究的焦点。(Cooney, 1994, 第611页)

另一些研究者们则将教师如何发展或建构他们的知识列为教师教育工作者(见 Johnston, 1992, 第123页)和政策制定者(见 Grossman, 1994, 第6121页)所面对的中心问题之一。

此项研究的原因部分地来自作者对于这些学者思想的认同。通过对两个特定研究问题的探索,本研究希望能得到关于数学教师如何发展他们的教学知识^①这一问题的比较系统的认识,并由此探讨其对教师职业发展的意义,增进对如何有效地提升教师教学知识的了解。



1.3 问题的阐述

本研究关注的是教师在教学专业领域的知识。总体上的研究问

^① 本书中,教学知识的英文原词是“pedagogical knowledge”,是指关于教学(teaching)的专业性的知识。有关该术语及由其而来的其他术语的详细意义,请见第3章的有关论述。——中文版注。



题是：

“教师是如何发展他们的教学知识的？”

更具体地说，此研究旨在探讨以下两个问题：

(1) 教师的教学知识是否存在着不同的来源？

尽管这个问题的答案看似十分明显，但人们传统上(虽然没有多少实证依据)多认为“教师按他们以前被教的方式进行教学”，并强调教师以前作为学生时的经验对于他们关于教学知识的影响(例如，见 NCTM, 1989a, 第 62 页, 1991, 第 124 页; Lortie, 1975, 第 3 章)。我对这种观点表示怀疑，并希望本研究能实证性地发现什么是教师发展其教学知识的主要来源。

(2) 不同的来源对于教师教学知识的发展有怎样的贡献？

换句话说，如果教师学习怎样教数学的知识存在着不同的来源，那么这些来源对于他们教学知识发展的相对重要性又如何？



1.4 论文的结构

本博士论文共有九章。第 2 章首先介绍了关于知识这一概念的认识论背景，接着是对在教师知识领域的有关文献进行了较为广泛的述评。这一领域的文献述评围绕三个主要问题而展开。这些问题是：教师需要什么知识？教师具有什么知识？以及，教师怎样发展他们的知识？

第 3 和第 4 章论述了解释和理解本研究的发现所必需的研究背景。在部分地借鉴第 2 章评述的已有研究的基础上，第 3 章为本研究建立了一个有关教师教学知识及其来源的思想框架。第 4 章介绍了研究的设计及所采用的过程，其中包括怎样制定研究的工具，后者在很大程度上是以前一章所提出的思想框架为依据的。

接下去的三章，第 5、第 6 和第 7 章，报告了研究的核心发现。它们包括了关于教师如何发展自身的教学的课程知识、教学的内容知识和教学的方法知识的结果。



第8章是对前面三章的补充。它讨论的有关问题没有包括在前面三章,但有助于我们从不同的角度去理解这三章论述的问题。这一章的注意力在于一些专门的知识来源,而没有将一般的教学知识划分成三个不同的组成部分进行讨论。

第9章总结了从本研究所得到的发现及获得的结论,并讨论了本研究对于教师教育工作者,学校管理者和教师自身在如何有效地追求提升教师的教学知识这一问题上的意义。这一章还提出了有关开展进一步研究的建议。



第 2 章

文献述评

过去十五年左右的时间见证了有关教师知识之研究的迅速增长。各种不同研究领域,包括教师(师范)教育、教育政策、心理学以及诸如英语、数学和体育等不同科目的学科教育的研究者们,表现出了对这一领域越来越多的兴趣^①。但该领域所受的关注程度并不均衡,有许多问题仍旧没有得到很好的回答甚至尚未触及。

总的来说,在教师知识研究这一领域里主要存在着三个大的问题:一、教师需要什么知识?二、教师具有什么知识?三、教师怎样发展他们的知识?^②

虽然本博士论文的焦点是,在教学专业领域内,教师是如何发展他们的知识的,但在这里的文献述评中将会涵盖关于前两个问题的文献。我希望由此可以为本研究提供一个比较广博的背景,并阐明

^① 在其他众多的研究者中,有三个研究团体:以斯坦福大学为基地的舒尔曼与其同事和学生着重于新教师知识的增长;主要以多伦多大学为基地的康纳利(Connelly)、克兰亭宁(Clandinin)与其同事和学生着重于教师个人实践知识;以密歇根州立大学为基地的费曼-内姆瑟(Feiman-Nemser)及诸多学者着重于教师学习。他们的大量有关教师知识的研究工作和出版物特别引人注意(例如,见 Shulman, 1987; Clandinin 和 Connelly, 1995; Feiman-Nemser 和 Parker, 1990; Lappan 和 Theule-Lubienski, 1994)。

^② 也有一些研究是关于“教师在实践中是怎样使用他们的知识的,或是教师知识的影响是什么”以及“怎样理解教师的知识”。从某种意义上说,前者可以最终联系、归之到第一个问题“教师需要什么样的知识”,而后者则可联系、归之到第二个问题“教师拥有些什么知识”。但是这里所列出的三个问题在逻辑上并不能相互转化归纳。



本研究和已有的研究工作基础相比所处的位置,以及本研究能在这方面作怎样的贡献。另外,关于第一个问题的文献对于第3章中将论述的本研究理论框架的建立也是重要的。

在回顾有关教师知识的研究之前,让我先对关于知识这一概念的一些认识论背景作一个简单的介绍。我认为这一方面在很大程度上被已有的大量关于教师知识的研究所忽视了,这种忽视已对于进一步深入这一领域的研究带来了某些实质性的问题和困难。



2.1 什么是知识?

从历史上看,自古希腊时代起知识的本质就一直受到了哲学家们的大量关注。许多伟大的思想家,举少数几位为例,如柏拉图(Plato)、亚里士多德(Aristotle)、笛卡儿(Descartes)、康德(Kant)、罗素(Russell)、杜威(Dewey),对于知识的理论作出了重要的贡献(例如,见 Chisholm, 1996; Quinton, 1967; Potter, 1987)。在最近的年代里,认识论学者和其他的学者仍在继续研究和产生关于知识的知识。

虽然“知识”是一个最为常用的词,而且似乎任何使用这个词的人都对该词的含义有个大致上的了解,不过哲学家们或是认识论学者们已经向我们表明要对这一用语下一个精确的定义,如果不是不可能的话,也是相当困难的。罗素在他1913年的手稿中称“知识”是一个“高度模糊”的字眼(Russell, 1992, 第4和第6章),后来又称它是“无法精确”的一个用语(Russell, 1948, 第156页)。杜威和本特利(Bentley)在《知与被知》一书中屡次称知识是一个“不精确的名字”或是“模糊的字眼”(Dewey和Bentley, 1949)。其他一些学者如威尔逊(J. C. Wilson, 1926)和普里查德(Prichard, 1950)也认为知识是一个原始而无法定义的概念(也见Laird, 1930, 第113至121页)。

尽管要达成一个统一的定义十分困难,人们还是从不同的角度发展并且使用了有关“知识”的各种定义或者解析(也许更为恰当),以理解什么是知识。



在认识论中,与“谬误”、“虚假的信念”或者“仅仅是个人的意见”(比如猜想)相对应,“知识”一词在传统上被最广泛地定义为“被证明了的真实的信念”(例如,见 Quinton, 1967; Shope, 1983; Fenstermacher, 1994)。也就是说,如果一个人宣称他知道某个事实,那就必须满足三个先决条件:(1)他必须相信这确实是一个事实;(2)实际上,这也是一个事实;(3)他必须能够证明这是一个事实。

例如,在数学知识中,如果某人称他知道“ $x-y$ 是 x^3-y^3 的一个因子”,那他必须相信“ $x-y$ 是 x^3-y^3 的一个因子”,“ $x-y$ 是 x^3-y^3 的一个因子”也必须为真,而且他也必须能够证明“ $x-y$ 是 x^3-y^3 的一个因子”(比如说,他能证明 $(x^3-y^3)=(x-y)(x^2+xy+y^2)$)。

“知识”的这一标准解释在 19 世纪以前的哲学家们之中特别盛行(例如,见 Laird, 1930, 第 93 页)。而在此之后,认识论学者们中似乎出现了一种将知识的定义从“被证明了的真实的信念”拓展为“有客观依据的或是被恰当论证了的信念”的趋势;或者换而言之,是“客观上合理的信念”,或是“有例证支持的信念”(例如,见 Wolf, 1921; Green, 1971; Jackson, 1986, 第 91 页; Fenstermacher, 1994)。根据这一“更为宽松”的标准,如果某人的声言有合理的(或可被接受的)论据,无论是直接的或间接的,那么他宣称的东西便可算作他的知识。举例来说,如果一个教师有合理的证据,例如他使用了几种不同的教学方法后,发现在使用小组讨论这种方式时学生的注意力更为集中,那么他便可以宣称他知道小组讨论对课堂教学而言是一个有效的途径。

在某种意义上,上述有关“知识”的定义只能用于命题性知识,也就是说,相信“某件事情是事实”。但是,更广泛地,特别是在日常的交谈中,在不同的情景下使用的“知识”一词具有多种的含义。人们可以说他们知道某件事物(例如,一个人、一个地方或是一样东西),意指他们“认识”或是“熟悉”它;比方说,某人称他知道芝加哥,因为他在那里住了几年,对该城市已经熟识。人们也可以称他们知道某件事情(例如,一个故事、一本书或一个事件),意指他们“意识到它的



存在”或者是“听说过它”；例如，某人说他知道第二次世界大战结束于1945年，因为他听老师这样讲过。此外，人们也可以宣称他们知道如何进行某项活动（例如，驾驶汽车、烹饪或是做一医疗手术），意指他们“记得如何”而且/或者“已经获得相关的技能或具有这方面的能力”去实施这项活动（例如，见 Poster，1987）。

上述关于“知识”的解释表明知识具有各种不同的种类。对我而言，认识到有不同类型的知识对于在“什么是知识”这一问题上保持一个平衡的认识是有益的，而且往往是必要的^①；正如皮尔斯（Pears）所指出的：

知识存在着如此之多的不同的类型，而每一种类型又具有如此之多的方面，这就很容易让人忽视其中的某些方面从而产生一种仅包含该领域之局部的理论。要确保不遗漏任何方面的一个途径是对不同类型的知识作一个大致的分类。（Pears，1971，第4页）

在认识论上，罗素曾经区分过两类知识：关于事实的知识（大致上等同于命题性知识）和关于事物的知识（1959）。更进一步地，对“关于事实的知识”，他分辨了直接的（或立即的、直觉的）知识和非直接的（或间接的、推断的、派生的）知识之间的差异。前者以直觉性命题诸如对感知和数学公理的直接判断为形式，而后者以须经证明的命题和推导的经验性结论诸如数学定理为形式。对“关于事物的知识”，他进一步区别了直认性知识和描述性知识^②。据他的说法，直认意味着直接意识到而没有用到任何的中介推导过程或其他事实的

^① 从认识论的角度，芬斯特马赫（Fenstermacher，1994）在他的述评中表明一些关于教师知识的文献在看待知识这一概念上失之偏颇，因而带有“严重的认识论方面的问题”。但是他将三种类型的文献：教师所有的知识、有关教师的知识和有关教学的知识，都归之于“教师知识”之下。在我看来，这似乎也是有问题的（更多的请见第3章第2节“教师的知识”）。

^② 英文原文分别为 knowledge by acquaintance 和 knowledge by description。——中文版注。



知识。举例来说,当一个人看到桌子时,他就能立即知晓它的颜色和形状。但是,他对于桌子本身作为实体的知识就不再是直接的知识了;它是通过接触到组成桌子外表的感知信息而获得的,而且这种感知信息可用于对桌子加以描述。这就是描述性知识。

赖尔(Ryle)做过关于知识的另一种重要区分:知道怎样和知道什么。根据赖尔的区分,知道什么相当于上述提到的命题性知识,或者说,关于事实的知识。他认为传统的理论家们,特别是古希腊先哲们,过多地把思想集中于人类获取关于事实知识的能力,同时忽略和鄙视做某样事情的能力,而这就是知道怎样的实质所在^①。在强调人类知道怎样的知识的重要性时,赖尔指出,

相反,在日常生活以及专门的教学事务中,我们远为更注重的是人们的能力而并非他们的认知多少,注重他们的实践而非他们所学的理论。实际上,即使当我们考虑他们在智力上的优劣时,我们较少感兴趣于他们获得并牢记的事实多少,而更多地在于是他们自己发现事实的能力以及发现后组织、利用这些事实的才能。(Ryle, 1949, 第28页)

尽管一些学者,例如约翰逊(Johnson, 1989),对赖尔的二分法提出了质疑,但在我看来,注意到这一分类对我们考虑无论是像此项研究中所涉及的教师的知识,还是赖尔所提到的学习者的知识,都是重要的。

我觉得学者们从不同的角度出发为了不同的目的而作的另一些区分就显得较少具有根本性和严格性,不过这些分类往往更容易理解且较为实用。例如,人们有时区分理论性知识和实践性(或称经验性)知识^②、工艺性知识和研究性知识、概念性知识和方法性(或是程序性、

^① 根据多琳(Doren),在泰勒斯(Thales)之前,人类的大多数知识都是知道怎样,包括在从捕猎到种植庄稼、从组织家政到管理城市、从创造艺术到发动战争等各种事务要取得成功的实践性法则。正是希腊人首先开始将事物的本质哲学化。有关古希腊人在推动人类知识进步中所扮演作用的更详细的讨论,参见《知识史》一书(Doren, 1991, 第2章)。

^② 并不少见的是,不同的研究者对同一类型的知识使用不同术语,或者用同一术语描述不同类型的知识。更多的请看本节的后面部分。



过程性)知识、专业性知识和一般性知识^①,甚至个人性或地方性知识和大众性知识(例如,见 Eraut, 1994; Cochran-Smith 和 Lytle, 1993, 第3章; Grimmett 和 Mackinnon, 1992; Leinhardt, 1990; Gilbert, Hirst 和 Clary, 1987; Love, 1985; Machlup, 1980)。

当我们在讨论知识时,注意知识涉及到三个成分是很重要的:认知者(the knower)——知识的主体(知道的人)、被知体(the known)——知识的客体(被认知的对象)和知识过程(the knowing)——主体与客体的交互作用(怎样认知)。

由此,我们可以大致了解前面提到的大多数分类是根据被知体而言的,例如知道什么和知道怎样、理论性知识和实践性知识、自身知识和外界知识。有一些是根据知识过程而言的,比如描述性知识和直认性知识、工艺性知识和研究性知识、直接性知识和间接性知识。还有一些是依据认知者而言的,例如专业性知识和一般性知识,个人性知识和大众性知识。明显地,还可有其他分类及进一步的子分类。在本研究后面将提到一些其他类型的知识。

我认为,一个主体关于一个客体的知识是认知者和被知体交互作用或者说知识过程的一种智力结果。根据智力结果的形式还可以对知识作出进一步的分类。例如,波拉尼(Polanyi, 1966)做了另一重要划分,即把隐性知识,就是人们在他们心里知晓但无法用语言表达出来的一种知识,和其他类别的知识区分开来。后者被一些研究者称之为“显性知识”(Alexander, Schallert 和 Hare, 1991)。

在教育界,过去几十年来的许多对知识(包括教师知识)的研究,实在没有给“知识”这一术语给予明确的解释。但在实际上,正如亚历山大(Alexander)、沙勒特(Schallert)和黑尔(Hare)在一文献述评

^① 这一分类是根据认知者而分的(专业人员或是一般的公众)。有时,人们用“一般性知识”去区分“情境性知识”(例如,Orton, 1993),而这是根据被知体而分的。关于认知者和被知体的意义将在下一段落中讨论。



中所揭示的那样：“人们几乎不言自明地假定知识是指个体所存储或拥有的信息、技能、经验、信念和记忆。”(Alexander, Schallert 和 Hare, 1991, 第 137 页) 尽管他们的述评着重于有关学习研究和语文能力研究, 但我觉得他们的结论在很大程度上可以适用于有关教师知识的研究上。由于缺乏足够的认识论上的考虑, 不奇怪地, 相当数量的研究甚至将教师的知识和他们的信念、技能或是他们的个人经验混为一谈, 而没有对这些概念之间的关系及其差别作出必要的说明(例如, 见 Clandinin 和 Connelly, 1987; Fenstermacher, 1994; Fang, 1996)。怀德恩(Wideen)、迈耶-史密斯(Mayer-Smith)和穆恩(Moon)曾指出, 对教师(专业)知识的研究出现的一些不足是由于“研究者对知识(的概念)持有无批判性的和理所当然的态度”(Wideen, Mayer-Smith 和 Moon, 1996, 第 187 页)。

至于对知识的意义作出明确解释的那些研究, 所给的知识定义往往更以实用性为取向, 而非以认识论为取向。例如, 在亚历山大等人的述评中, “知识一词包括个人的所有知道或是相信其为真的东西, 无论其是否经过某种客观或外在的途径加以证实”(1991, 第 317 页)。胡德(Hood)和凯茨(Cates)曾经定义“知识是指数据、信息、智力和技术的总体, 以及它们的组织结构和原理(即所有被知道东西的总和)”(Hood 和 Cates, 1978, 第 4 页; 引自 Love, 1985)。

关于知识的类型, 亚历山大等人列出了 20 多种教育研究者们曾经用过的知识分类(Alexander, Schallert 和 Hare, 1991, 第 332~333 页), 并总结道, 他们所述评的研究中存在有四个主要的问题:

- (a) 知识的子分类前后不一、混为一体^①; (b) 用同一个术语表示知识的不同方面; (c) 用不同术语表示知识的相同方面; (d) 对各类知识不同方面之间的交互作用表达不统

^① 不幸的是, 在他们的述评中, 他们也没能始终一致地使用他们自己关于知识是信念的定义(参看前面的段落)。例如, 他们也包括了知道怎样(例如程序性知识), 而这与信念并不相同。



一,或者是完全忽略。(Alexander, Schallert 和 Hare, 1991,第 319 页)

在我看来,(a)和(d)是更为基本的问题,不过最大的问题是许多研究者(包括研究教师知识的那些学者)在对知识不同类型进行划分时,很少将已相当成熟的认识论上关于知识的区分考虑进去。

在本研究中,我基本上把“知识”定义为认知者和被知体之间一种交互作用的智力结果;知识可以是各种形式和类型的,包括关于事实的知识和关于事物的知识、知道什么和知道怎样、隐性知识和显性知识,以及直接性知识和间接性知识。简而言之,在这一定义下,教师的教学专业知识包括教师所知道的与他们课堂教学有关的教育学(pedagogy)方面的所有东西;在这里教师是认知者,与他们的教学有关的教育学方面就成为了被知体,而所谓的交互作用是教师自己创造或者是学习与接受他人的有关教学的知识的过程(更为详细的内容参见第3章)。

现在让我们转而述评关于教师知识的最近的研究。在这里,特别是在本章的最后两节中,我用“最近的研究”着重指自1980年以来的实证性研究。不过,在适当之处,我也将提到一些已有的理论性的和分析性的研究,以及在1980年前发表的一些相关研究。



2.2

教师需要什么知识?

正如兹南尼基(Znaniecki)所说:“每个人无论承担何种社会角色都必须具备正常担任该角色必不可少的知识。”(1965,第24页)显而易见,人们都会同意教师要有效地进行教学必须具备一定的知识。但是,对于教师需要或者说对于正常担任教师的角色必不可少的是“什么样的”和“多少的”知识,人们并无共识。

对于教师需要“什么样的”知识,传统上人们从古时起就认为教师所需要知道的基本上就是他们所要教授的。换句话说,教师需要



的是学科(内容)方面^①的知识。根据门罗(Monroe)的《教育百科全书》一书所说,这种观念在实践上一直延续到18世纪,尽管自在此几个世纪之前的文艺复兴起“教育学”^②就开始受到越来越多的关注。从19世纪早期始,“人们开始同意这样的一个原则,即(小学)教师应当不仅知道他们所要教授的科目的知识,也要知道他们进行教学的艺术”(Monroe, 1913, 第622页),也就是说,除了学科内容知识以外,教师还需要关于教学的知识。但是,从总体上说,在1980年代之前,教师知识和教师教育并没有作为一个学术研究的领域而受到多少关注(Carter, 1990; Cooney, 1994)。

自1980年代初起,教师知识已成为迅速增长的教师教育研究的一个焦点议题。研究者在很大程度上拓展了教师知识的概念,并且使用各种术语,最常用的有“教学的知识基础”(knowledge base for teaching)、“专业知识”(professional knowledge)和“实用知识”(practical knowledge),还建立了不同的模型去探索教师进行有效的教学所需要的知识。

根据埃尔伯兹(Elbaz, 1981, 1983)的观点,教师需要拥有广博的知识,包括:学科知识;课程知识(关于学习的经验及课程内容的建构);教学知识(关于课堂管理,教学常规,学生的需要、能力及兴趣);教学环境的知识(关于学校及其周围社区的社会结构);以及自身的知识(关于他们自身作为教师的优势及弱点)。^③ 她把这些知识称之

① 英文原文为“subject matter knowledge”,原指关于所教学科的内容的知识,后也指关于该学科的其他方面的知识,故本书也译为“学科知识”。参见本节后面部分。——中文版注。

② 英文原词是“pedagogy”。该词在英文里可有多种意思,中文常译为“教育学”或“教学论”,详见第3章。本书中,根据上下文,“pedagogy”也译为“教学”或“教学学”,特别地,“knowledge of pedagogy”或“pedagogical knowledge”译为“教学知识”而非“教育学知识”,以更符合中文习惯用法。——中文版注。

③ 埃尔伯兹使用“实用知识”这一术语是因为“该术语似乎提供了一个广泛的可能去看待教师。它清晰地反映了这样一个事实,即教师的知识是一般地基于他们在课堂和学校内的经验之上的,是针对他们在工作中所遇到问题的处理而言的。……这一术语提醒我们教师所知道的可以被明确认定为一种‘知识’,……而且可以被用来产生一贯的实践。”(1981, 第67页)在我看来这个概念是有问题的,也可参见芬斯特马赫(Fenstermacher, 1994)。



为“实用知识”，认为当教师遇到“各种任务和问题”时，这些知识可以引导教师的工作。

舒尔曼(1987)定义了构成教学的知识基础的七种类别的知识：(1)内容知识，主要是指学科知识^①；(2)一般性教学知识，指超越各具体学科之上的关于课堂管理和组织的一般原理和策略；(3)课程知识，指对作为教师的“职业工具”的教材和教学计划的掌握；(4)教学的内容知识^②，指对将所教的学科内容和教育学原理有机融合而成的对具体课题、问题或论点如何组织、表达和调整以适应学习者的不同兴趣和能力以及进行教学的理解；(5)学习者及其特点的知识；(6)教育环境的知识，包括从班组或课堂的情况、学区的管理和经费分配，到社区和文化的特征；以及(7)关于教育的目标、目的和价值以及它们的哲学和历史基础的知识。

舒尔曼在美国教育研究协会 1985 年年会的主席致词广泛地吸引了人们对教学的内容知识的注意。可以明显注意到的是，此后出现了大量针对不同学科的教学的内容知识的研究，不过一些研究者出于不同的目的修改了他的定义（例如，见 Grossman, 1988; Marks, 1990; Cochran, DeRuiter 和 King, 1993; Even, 1993; Meredith, 1993; Neagoy, 1995; Griffin, 1996; Carpenter, Fennema 和 Franke, 1997）。实际上，《教师教育杂志》(*Journal of Teacher Education*) 出了一期专刊（第 41 卷第 3 期），主题是“教学的内容知识”。

① 舒尔曼几次改变和调整了他的分类和定义。根据他先前的一个解释 (Shulman, 1986b)，有三种不同的内容知识：(a) 学科知识——指对一学科的内容具有在该一领域的专家水平的理解；(b) 教学知识——指理解在特定学科领域内的具体课题、原理、策略等等如何被掌握或被典型地误解，如何被学习和很可能地被遗忘；(c) 课程知识——指熟悉对知识在教学、课文、程序、媒体、练习册、其他实践形式和类似方式中在教学上的组织和设计。但是，过后他用“教学的内容知识”一词替代了在 (b) 中用的“教学知识” (Shulman, 1986b)。而且，此处 (b) 和 (c) 被独立地列出，并不是作为“内容知识”的一个子类。

② 英文原文为“pedagogical content knowledge”。其意义详见第 3 章。——中文版注。



吉尔伯特(Gilbert)、赫斯特(Hirst)和克拉里(Clary)提出了一个关于“课堂教师”专业知识基础的一个广泛的既前后有序又具有层次的分类(Gilbert, Hirst 和 Clary, 1987)。在说明不考虑舒尔曼所说的内容的知识的前提下,吉尔伯特等人在他们的分类中设计了四个层次。第一层次是关于学校作为一种机构的知识,包括美国教育史、教育哲学、职业道德、公共政策、学校法规和学校组织方面的知识。第二层次是关于学生的知识,成分有多元文化教育、社会经济因素、学习理论以及人的发展方面的知识。第三个层次是教学知识,包括课程发展、教学方法、教育技术、测量和学习风格的知识。最后是决策层次,又称实际应用的知识,其中有人际关系、教育管理、评价及建立模式方面的知识。

运用舒尔曼的定义,格罗斯曼(Grossman, 1988, 1991)将教师知识分为四种类型:“一般性教学知识”、“学科知识”、“教学的内容知识”以及“背景知识”。虽然对其他三种类型的知识或多或少地引用了舒尔曼的定义,对于“学科知识”(subject matter knowledge),她特别指出这不仅是指关于某一学科之内容的知识,也包括关于该学科实质性的和文法性的结构的知识^①;之后,她也将“关于学科的观念”作为学科知识的一个成分(Grossman, Wilson 和 Shulman, 1989)。

从舒尔曼有关教师培养的的教学的内容知识出发并加以修改,科克伦(Cochran)、德路透(DeRuiter)和金(King)提出一个综合性的“教学的内容认知”^②的模型(Cochran, DeRuiter 和 King, 1993)。根据他们的说法,教师知识的四个方面组成了教学的内容认知:关于学科的知识,关于教学的知识,关于学生的知识和关于环境背景的知识。他们强调了认知和理解作为主动的过程

^① 格罗斯曼使用了施瓦布(Schwab)关于“实质性”和“文法性”知识的定义。实质性(substantive)知识主要是指一学科内部互相联系的概念的知识,而文法性(syntactical)知识是指在该学科中用于建构知识的方法(Schwab, 1964, 1968)。

^② 英文原文为“pedagogical content knowing”。——中文版注。

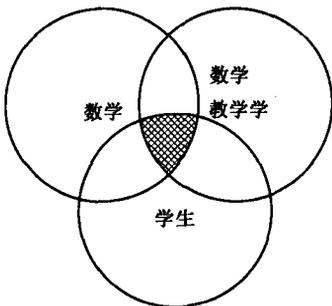


以及在教师培训中同时发展认知如何进行教学的各方面的重要性。

至于以数学作为一门教学的科目而言,莱因哈特(Leinhardt)和史密斯(Smith)认为教师知识有两大核心领域:课堂结构知识和学科知识。前者包括设计和顺利进行课堂教学、从一个阶段流畅地过渡到另一个阶段和清晰地解释内容所需的技术。后者则包括数学概念、过程、它们的相互联系、对学生错误类型的理解以及课程的表述(Leinhardt 和 Smith, 1985)。他们进一步解释学科知识的功能是“作为选择例题、解释表达、示范的一种资源”(第 247 页)。他们关于课堂结构知识的定义与诸如舒尔曼等其他人所说明的“一般性教学知识”相类似,而他们的“学科知识”定义则包含了舒尔曼所称的“内容知识”和“教学的内容知识”两方面。

以在课堂环境中使用的教师知识为中心,芬尼玛和弗兰克(1992)提出了一个分析和讨论的模型。该模型强调了教师知识的交互和动态的本质,共有四个成分:数学知识;(一般性)教学知识;关于学习者在数学上认知的知识;以及情景特定的知识,也即指与某一背景或是处于某种情境有关的教师知识。

在 1992 年举行的第七届国际数学教育大会上,拉潘(Lappan)和西勒-卢宾斯基(Theule-Lubienski)强调教师至少需要三种知识以确保他们能够有效地选取有价值的课题、组织讨论、创造一个学习的氛围以及对教与学进行分析(Lappan 和 Theule-Lubienski, 1994)。他们用维恩图将这些知识表示如右。他们指出:“教师是在这些知识领域的交集上进行工作的。正是不同方面思考的相互作用让教师形成了言之有据的教学上的推理。”(Lappan 和 Theule-Lubienski, 1994, 第 253 页)



布罗姆(Bromme, 1994)提出了一个更为全面的分类。他区分了教



师在教学中所需的五种专业知识(第 85 页):(a)数学作为一门科学的知识,包括数学命题、法则、数学思维方式以及方法;(b)学校数学的知识,学校数学具有自己的逻辑并自成一体,它并不只是大学所教的数学的一种简化;(c)学校数学的哲学,即关于数学和数学学习的认识论基础以及数学和人类生活及知识的其他领域间的联系的思想;(d)一般性教学(和心理学)知识,它主要包含一般的课堂组织和教学上的交流,相对独立于学校科目而具有通用性;(e)特定学科内容的教学知识,类似于舒尔曼所说的“教学的内容知识”。

在这里我想指出几点。第一,令人惊奇的是,除了吉尔伯特等人,前面提到的研究者中几乎谁都没有明确承认教师的技术知识对其教学的重要性(这里我用技术一词指“技术设备”,最普通和重要的有计算器、计算机和软件。详见第 5 章)。因为技术已经深刻地影响教什么和怎么教,显得有必要的是,在教师知识的构架之中包括技术知识并给予适当的位置。

第二,总体说来,前面所描述的关于教师需要哪类知识的认知模型在很大程度上是理念性的和“人为的”(Gilbert 等,1987)而非以实证为根据的;它们主要反映的是研究者个人的教育信念^①、经验、专长以及研究兴趣和领域。这是这些模型中有如此之多差异的基本原因。从某种意义上说,对教师所应拥有的知识列出一个笼统性的表并不困难,但是,没有实证依据说明它们对教学的重要性,要回答教师为何需要这类知识就不那么容易和具有说服力。从这点来说,有必要在以后的研究中采用一种更多地以实证为基础的方式去探讨这

^① 例如,如果一个人教某科目的教育目的是如 NCTM 的“学校数学课程和评价标准”(1989b)所定义一样的理解,那么可以想象,他将强调教师首先需要对该科目有一个深刻的理解。事实上,NCTM 的“标准”已经影响了人们对数学教师需要知道些什么以应付挑战的认识(例如,见 Lapan 和 Theule-Lubienski, 1994; Talbert, McLaughlin 和 Rowan, 1993)。另一个例子是,拉迪森-比林斯(Ladson-Billings)从黑人女权主义者的观点出发,强调教师需要有“与文化相关的关于教学的”知识(1995)。



个问题,尽管这在方法论上可能困难得多^①。

最后,由于研究者在教师知识方面已经产生了如此之多的不同的概念,甚至是相矛盾的建构,因而有必要在研究者之间开展更多的交流,以便可以和教师教育研究的其他论题一样,在这一论题上找到共同的基础和达成某种共识。

尽管研究者们所提出的关于教师需要什么样的知识的模型各有不同,有两种基本知识是相同的(虽然有时其所用的术语不同),它们是“学科知识”和“教学知识”。这一事实在很大程度上表明教师的学科知识和教学知识对于其教学的重要性。本研究针对于教师的教学知识,部分就是基于该种知识的重要性。

教师需要“多少”知识是一个更难回答的问题,可能正是因为它的难度,它也很少被提及和研究。中国有句俗语:“如果你想给学生一杯水,你就需要有一桶水。”这清楚地表明对于同一种知识(“水”),教师需要比学生知道得更多。但是,不清楚的是究竟需要多多少少才算是足够。事实上,针对于学科知识,贝戈尔(Begle, 1979)^②指出:

似乎被理所当然地认为重要的是,教师对他们所教的科目内容要有一个透彻的理解。而从未被提出过的问题是……这种理解的透彻性需要达到何种程度。(第28页)

此外,莱因哈特和史密斯(1985)辩论说:

令人惊讶的是探索教师所使用和所需要的学科技能的类型和水平的研究寥寥无几。除了少数几个例外,对教师学科知识(水平、组织和理解)的探讨只是被侧面提及而没

^① 最近,有一些实证性的研究,通常是小规模的,针对于教师某种特定知识对他们的课堂教学和学生学习的影响,它们直接或间接地与“为何教师需要(或不需要)这种特定知识”有关(例如,Carlsen, 1988; Gudmundsdottir, 1990; Brickhouse, 1990)。然而,仍需要有更全面的和系统性的研究。

^② 贝戈尔(Edward G. Begle)生前是美国斯坦福大学的数学教授,在新数学运动中领导著名的学校教学研究组(School Mathematics Study Group,简称SMSG),于1978年逝世。——中文版注。



有做专门的研究。(第 248 页)

理论上,对于前面提到的任何类型的知识,我们总可以以这种或那种方式提出“教师需要多少这种类型的知识(例如,教学知识)”这一问题^①。然而,对这一问题传统上研究者们通常把注意力集中在教师的笼统的知识上,且更经常的是,只是关注于教师的学科知识。不过,如前面所引述的,对这一问题的研究仍相对缺乏。

许多研究曾用教师的教育造诣,如所学的相关课程的总数、学科平均等级甚至在标准化成绩考试中的得分,对教师的知识进行量化。这些研究一致地显示,教师知识的多少程度和以学生在标准化考试中的成绩为依据的教学的效果之间没有什么统计上的相关性(例如,见 Begle, 1972, 1979; Copeland 和 Doyle, 1973; Eisenberg, 1977)。这种一致性的结果导致贝戈尔(1972)建议,教师可能只需要一定程度的学科知识;超过一个合理的门槛,更进一步的学科专长则无关紧要。之后,贝戈尔(1979)在对有关研究做了一个综合性的回顾后甚至强烈地劝阻在这方面作进一步研究。他断言说:

可能从这些信息所能归纳出的最为重要的一个结论是,我们关于教师的许多常见的观念是错误的,或者最多说是建立在不可靠的基础之上的。……教师的学科知识及态度对学生学习的影响看来要远远小于我们大多数人所认为的。……这些众多的研究没有带给我们有希望的启示。……我们的努力应该转至其他方向。(54~55 页)

明显的是,最近马伦斯(Mullens)、穆兰恩(Murnane)和威利特(Willett)在伯利兹做了一个类似的研究(Mullens, Murnane 和 Willett, 1996)。他们运用一个统计模型将 1 043 个三年级学生的数学成绩和他们的 72 位教师的特征联系起来,发现教师的数学知识

^① 近来,一些研究者已经提出知识,特别是非命题性知识,是否包含可测量的单位(例如,见 Eisner, 1997)。然而在我看来,问题不在于知识是否可以被测量,而是如何测量知识。如果我们承认不同人们之间的知识存在着不同,那么就应有某种方法定量或定性地去发现这种不同。



(用小学毕业考试加以衡量)和学历(是否完成高中)与学生的学习显著相关^①,但与教师培训(是否完成三年的培训计划)不显著相关。对于教师培训的这种不显著性,他们认为可能在方法上需要采用更为恰当的方法。

总体说来,如今很多研究者认为这类研究不仅没有什么用处,而且显得幼稚(例如,见 Even, 1993; Cooney, 1994)。研究者们已经指出这些研究对于教师的学科知识和学生的成绩可能构思不当。仅凭教师在大学所修课程的数量、学科平均等级或在标准化考试中的成绩并不能完全反映出教师真正掌握的学科知识;学生的学业成绩也不是一次标准化考试所能衡量的,且他们所获的成绩或进步只能部分地反映教师的教学效果;另外,有许多其他的因素和条件会影响或削弱教师的知识和学生学习之间可能有的关系(Grossman, Wilson和 Shulman, 1989; Even, 1993; Cooney, 1994)。

近来,研究者们更多地使用了定性的方法去分析教师的知识及其对课堂教学的影响,并指出教师的学科知识只限于正确的事实、概念、理论和过程这些方面是不够的。此外,教师还需要知道所教学科的性质、结构和认识论,以及它在文化和社会中的存在意义(Thompson, 1984; Ball, 1990a, 1991; Even, 1993; McDiarmid, 1988; Baturu和 Nason, 1996; Leinhardt和 Smith, 1985; Tate, 1994)。

曾经有一段时间,教师拥有的全面知识的量是用他们的教育水平亦即他们所持有的学位去衡量的。与前面我们在讨论教师的学科知识时所提到的相似,尽管有一些例外,总体上这方面大多数研究的结果表明,教师所拥有的高等学位和其学生所获的学术成绩之间没有或只有少许的关系(例如,见 Bidwell和 Kasarda, 1975; Turner, Camilli, Kroc和 Hoover, 1986; Turner, 1990)。同样地,这里也存在相似的方法论方面的问题。

^① 注意这种显著相关性存在的一个原因可能是那些教师的知识和学历属于贝戈尔所谓的“门槛”之内。



教师需要多少知识这一问题在教育政策上具有重要的意义。如果贝戈尔的建议(即对于超过某一合理门槛的学科专长无甚价值)是正确的话,那么从政策角度来看,假如经济开支相对高昂,则让教师继续修读高于一定水平的学位在很大程度上就不值得了。实际上,这正是纳普(Knapp)、麦克纳尼(McNergney)、赫伯特(Herbert)和约克(York)提出“(弗吉尼亚州)将硕士学位定为一个统一的要求并非是一种促进中小学教育的有效的方法”的一个主要原因(Knapp, McNergney, Herbert 和 York, 1990)。不过另一方面,从历史趋势和社会期望来看,要求教师具有更高的学历似乎是不可避免的(Turner, 1990)^①。



2.3 教师具有什么知识?

由于针对不同学科的教师实际上具有什么知识的研究为数众多,本部分将主要关注数学学科。总的说来,这方面的研究主要集中在教师的两种知识:学科的和教学的知识,其中教学的内容知识自 1980 年代中期起受到了特别多的注意。

多数针对教师知识的研究只是局限于对一个学科的某一特定范围,例如,在数学学科,有算术运算、函数和极限。莱因哈特和史密斯(1985)就对 8 名四年级的数学教师在分数方面的学科知识,其中部分地包括前面所提及的教学的内容知识,做了一个深入的研究。这 8 名教师中包括 4 名资深教师和 4 名新教师。他们发现,尽管 4 位资深教师在总体上比起新教师来拥有更好的知识结构,但在这几位资深教师之间其实也存在着相当大的差异:其中 2 位相比之下具有较高水平的关于分数的数学知识,1 位具有中等水平的知识,而另 1 位的知识仅够勉强进行课堂教学。此外,那些资深教师的“教学的内

^① 此处所述对中国国内的教师学历政策问题也有借鉴意义,值得仔细研究。——中文版注。



容知识”在所表达的概念性信息的水平和算法性信息的程度方面也存在着一一定的差异。

卡彭特(Carpenter)、芬尼玛、彼得森(Peterson)和凯里(Carey)研究了40名一年级教师在儿童解决加减文字题方面的教学的内容知识(Carpenter, Fennema, Peterson 和 Carey, 1988)。他们发现大多数教师能够区别问题间的很多关键性的差异,能分辨儿童在解决不同类型问题时所采用的主要策略,但是这种知识总的说来却没有构成一个把问题差异、儿童解法和问题难度联系起来的有机整体。

鲍尔(Ball, 1990b)调查了19名未来中小学教师^①对除法的理解。她得到的结论是,尽管其中的很多人能够得到正确的答案,但有些却不能,而且几乎没有谁能对所含的原理和意义做出数学上的解释。那些未来教师的知识通常是零碎的,对除法的每一种情形有的是互不相关的一点一滴的知识。

与鲍尔的结论相一致,其他一些研究者们也发现相当一部分未来教师在选择适当的运算以解决乘除法文字题时存在着困难,而且许多教师对除法的认识在很大程度上依赖于整数范围和最简单的分割模型(Graeber, Tirosh 和 Glover, 1989; Tirosh 和 Graeber, 1990)。

波斯特(Post)、哈雷尔(Harel)、贝尔(Behr)和莱什(Lesh)论述了220名数学教师(4~6年级)在实数概念方面的数学知识情况(Post, Harel, Behr 和 Lesh, 1991)。根据从一项由简答题构成的测试、一项需要对解法进行教学上的解释的测试和一个预先设计好了的面谈所得到的数据,他们的结论认为“这些结果非常令人不安”(第186页)。相当一部分教师未能答对半数至三分之二的问题;一个特别的例子是,仅有54%的教师答对了 $\frac{1}{3} \div 3$ 这题。

李(Lee, 1992)从学科知识、课程知识和教学的内容知识这三方

① 未来教师指的是还在接受教师职前培训的学生。——中文版注。



面考察了 42 位未来中学教师对极限这一数学概念的理解。研究结果表明,那些未来教师对极限概念的理解更多的是关注于过程方面;他们对于极限概念的定义和他们对于极限概念的表征之间相互不符;他们的误解、困难及错误与其他以学生作为对象的研究所发现的相类似。

埃文(Even)的博士论文调查了 152 个未来中学教师有关函数概念教学的学科知识及其与教学的内容知识之间的内在关系。据此,埃文(1989, 1993)报告说许多被调查者不具有函数的现代概念,极少人能解释单值要求的重要性及源由和真正理解函数的任意性,很多人选择向学生提供一个可遵循的法则而忽略理解。

有意思的是除了埃文的博士论文(1989)外,最近至少还有其他四篇博士论文研究教师在函数这一相同数学内容的知识(Ebert, 1994; Bolte, 1993; Wilson, 1992; McGehee, 1990)。一方面,这可能反映了这样一个事实,即函数概念在中学数学课程中起着一个关键性的作用。另一方面,这也可以说明不同的研究者之间需要有更多的讨论。

巴图罗(Baturo)和内森(Nason)给出了另一幅未来教师在面积测量方面的知识的情景(Baturo 和 Nason, 1996)。他们使用 8 个有关面积测量的问题作为工具,对 13 名澳大利亚小学教育专业一年级的学生进行了诊断性的面谈,发现这些学生关于面积测量的知识实质上是相当贫乏的。“他们所有的内在知识很多是错误的,并且(或者)是不完整的,而且经常是互不关联的。学生从一种表示方式到另一种表示方式的转换能力因此就非常有限。”此外,“他们关于数学的本质和论述的知识及关于数学文化及社会的知识也一样令人担忧。”

除了那些研究教师在特定范围内的知识外,研究者们也调查了教师在学科上或其教学的一般性的知识。

汤普森(1984)对三名初中教师进行了个案研究以调查他们对数学和数学教学的认识。通过课堂听课、面谈和书面作业,该研究对每一位研究对象关于数学及数学教学的认识给出了一个概括的模式。



第一位教师的教学反映了一种将数学看作是相关概念和过程的有机结合的观念,第二位教师的教学方法反映了更多以数学的过程而非内容为导向的观念,而第三位教师反映的观点则是将数学视为在本质上是有规范的,一个由解决特定问题所必需的事实、方法和法则所构成的静态的集合。

艾森哈特(Eisenhart)、博科(Borko)、安德希尔(Underhill)、布朗(Brown)、琼斯(D. Jones)和阿加德(Agard)对一名师范生实习教师做了一个个案研究,探讨她关于教学六和七年级数学理解的想法和实践(Eisenhart, Borko, Underhill, Brown, Jones 和 Agard, 1993)。他们发现“尽管该研究对象相信过程性知识和概念性知识两者在教学上皆具重要性,但她对自己的算术技能比对自己的概念性知识更为自信,她对于讲清自己如何进行概念知识的教学存在困难,并且对小学和初中课程中常见的内容她也无法给出完整的概念上的解释”(第 17 页),而这一在知识基础上的局限性影响了她进行概念教学的能力。

拉布夫(Labouff, 1996)做了一个类似的研究,调查数学教师对“为了理解”而进行数学教学这一问题的认识。拉布夫的研究对象是 6 名七年级数学教师。通过主要运用定性的方法,包括面谈与观察实际教学和分析收集到的数据,他发现,尽管所有的教师在实践中都结合运用了与倡导为理解而教学的数学教育改革运动相关的教学策略,大多数人并没有具备多少关于为理解而教学的深入的认识,他们的教学模式还是传授型的。

史蒂文斯(Stevens)和温纳(Wenner)在一个关于未来小学教师的科学及数学知识和信念的研究中,在数学方面设计了 30 个问题以评定 67 名大学生对数学的概念性理解,内容包括数和运算、测量、几何、数据分析、统计和概率、代数和函数(Stevens 和 Wenner, 1996)。在分析了这些对象的得分后,他们断定这些未来教师在数学(和科学)方面的知识基础总体薄弱,在教师(师范)教育专业中应当强调在概念层次上的知识的组织。



总而言之,在那些探讨教师具有些什么知识的研究中,多数都一致地揭示出教师的知识在数量上是非常不够,而在质量上则是不能令人满意的。可以理解,这是为何有如此之多的报告和文件呼吁要提升教师知识的一个根本原因。同样,这也是使得本研究对于教师如何发展他们的教学知识的探索具有重要价值的一个原因;正如前面所说明的,教师的教学知识处于教师知识结构的核心部分。



2.4 教师怎样发展他们的知识?

与前面两个问题相比较,最后这个问题,即教师是怎样发展他们自身的知识的,长久以来一直受到忽视。事实上,许多最近(更不用说更早)的有关教师知识或是教师职业发展的综合性研究和广泛的文献述评都很少或是根本没有提及这一问题(例如,见 Reynolds, 1989; Houston, Haberman 和 Sikula, 1990; Carter, 1990; Aichele, 1994; Fenstermacher, 1994)。在那些或多或少和这一问题有关的研究文献中,大多数也只是关注于教师知识的一些特殊来源,比如参加某一特定的职前或是在职培训计划甚至是某一教育课程,并评估此类来源对教师知识发展的影响。

数学教育研究前沿

尽管没有特别把焦点放在教师知识上,洛德(Lortie)的关于学校教师的社会学研究引起了人们对教师自身作为中小学生的经验对他们的教学观所具有影响的广泛关注(Lortie, 1975)。根据他的解释,学生在他们的学校生活中平均有约 13 000 个小时能十分贴地地观察其课堂教师的教学(第 61 页);这一早期的和长期的“学徒式观摩”给予学生一种近距离和持续性的教学视野。此外,尽管事实上这种关于教学的知识是“来自于一个优势有限的视角而且严重依赖于头脑的想象”,但通过教育学方面的培训没有从根本上改变他们的观念,即便是今后的工作经验也很难能改变它们(Lortie, 1975, 第 3 章)。洛德的分析众所周知而且看来也颇为在理,不过我认为他的理由本质上是思辨性的;他的实证性依据,虽然有用,但在一定意义上



并不有力。

布克(Book)、拜尔斯(Byers)和弗里曼(Freeman)对密歇根州立大学 473 名新入校的师范学生做了一个调查(Book, Byers 和 Freeman, 1983)。通过一份包括有关这些未来教师专业知识来源的问题在内的问卷调查,他们发现这些未来教师期待“在职训练”和“有指导的教学经验”成为最有价值的来源;此外还有四种价值明显不及前两种的其他来源,按照被理解的重要程度,依次为教育心理学课程、他们自己作为 K-12 年级^①学生时的经验、自我选择的阅读教育著作以及教育学的社会一哲学原理的课程。他们还报告将近 80% 的这些未来教师具有与儿童在一起的第一手经验,如作为营地顾问、教师助理或是星期日学校教师,另外多数人在童年娱乐中有过“扮演教师”的经验。根据布克等人的分析,这类经验是那些未来教师将教学看成是家长角色的一种延伸的一个主要来源,并且影响到他们(当时)对教学知识和教育课程的期望。

不同于洛德的分析,布克等人的研究还留下了一个有趣的问题,那就是,师范教育专业是否能够改变未来教师们的观念,或是给予他们有关教学的新知识?如果答案是肯定的,那么该怎样做?

针对未来教师的教育并运用个案研究的方法,格罗斯曼(1988)考察了教师教育的学科教学专业课程对英语教师的教学的内容知识发展的影响。通过对从三名接受过职前培训和三名未接受过职前培训的新教师所得研究资料的分析,她发现这两组教师在教学的内容知识方面,诸如在对教学目的、内容选择以及具体的教学策略的认识上,存在着重要的差别。她认为教学专业课程对这三名新教师学习和发展他们的教学的内容知识是有帮助的。

麦克迪尔米德(McDiarmid, 1990)描述了一门教学专业课程中一群教师为期 4 周的学校实地体验,期间他们接触的教学内容是负

^① 美国小学一般有幼儿班,称 K 年级(K 指 Kindergarten, 幼儿园),12 年级是中学的最后一年。故 K-12 年级泛指美国中小学各年级。——中文版注。



数,被教对象是三年级学生,任教者是一名非传统性的教师。安排这一学校体验的目的是给他们带来仔细反思自己隐性观念的机会。该研究者指出一些学生公开地抵制这些经验对他们可能有的影响。另一些学生则愿意重新考虑他们的理解和信念,但这种改变可能是表面而短暂的。麦克迪尔米德强调说一个人有关教学、学习、学习者、学科知识和背景的信念原本已相互交织在一起,很难通过一门课程加以改变。

有趣的是,尽管鲍尔(1989)承认一门为期10周的数学教学课程对受训的未来教师确实产生了一定的影响,但她也提出了与麦克迪尔米德一样的疑问,即在多大程度上这种影响能持续下去。更进一步,一个更广泛的人们早已提及但尚未解决的问题是,大学里的这种职前培训所产生的影响是否会被未来学校的教学经验所消除?(例如,见 Zeichner 和 Tabachnick, 1981)

拉潘和西勒-卢宾斯基(1994)介绍了一个对24名未来的数学教师所作的研究。该研究的基础是他们设计的教育上的一种介入,其目的是为了理解应该怎样帮助这些未来教师去面对自身原有的关于数学以及教数学和学数学的信念。他们共设计了三门数学课程、两门教学专业课程(分别设于实习教学前和后)以及实习期间的讨论班。根据他们的报告,在经过一年的介入以帮助建立一种不同于他们原有的对数学的学和教的新的观念后,他们有力地改变了学生对他们自身作为数学学习者的领悟,但是将近半数的学生对什么数学对儿童来说是重要的以及如何教授儿童数学仍持原来比较传统的观念。在完成了这种职前教育的介入之后,他们继续跟踪研究了其中一部分学生最初三年的教学情况。他们的结论认为,类似他们的这种教育上的介入方式可以发展学生的学科性知识和进行数学探究或意义理解的倾向,但是这不足以改变原有的对儿童应该如何学习数学以及什么对他们而言是重要的知识这些问题的“根深蒂固的信念”;这种改变无法仅仅通过教师教育的职前培训阶段实现。

琼斯(M. G. Jones)和维斯林德(Vesilind)报告的研究调查了在



培养中年级^①教师的师范专业就读的 23 名未来教师在大学四年级期间有关教学专业知识方面的变化情况(Jones 和 Vesilind, 1996)。根据从概念图、一项卡片分类任务和一次预先设计好的面谈所得到的资料数据,他们发现那些未来教师在其教学实习的中期重新构建了他们关于教学的知识,他们对于教学的灵活性和计划性的思想也变得很快。这些学生将他们在知识结构上的这类变化主要归因于他们的教学实习经验。这两位研究者下结论说“大学课程及(实习学校的)指导教师的影响比不上(实习学校的)学生及师生间互动的影响”(第 113 页)。他们根据自己的研究,指出教学实习“是一个实践原有的有关理论和方法的知识、在其中体验异常以及(可能也是最重要的)重新构建原有知识以解释经验并为自己建立起更为和谐的教学观念的过程”(第 115 页)。

形成对比的是,香农(Shannon, 1994)也做了一个类似的研究,考察大学教育类课程及实践经验对未来教师知识发展的影响。与琼斯和维斯林德的研究完全不同,此研究的结果肯定了专业课程对未来教师教学知识发展的贡献,而对教学实习作用的肯定则相对有限。

福斯(Foss)和克莱因萨瑟(Kleinsasser)提供了另一个深入的研究。该研究考察了在小学教师教育专业的一门数学教学课程中 22 名未来教师关于数学教学观念及实践的变化(Foss 和 Kleinsasser, 1996)。这些学生参加了为期 16 周的课程并在学校里进行了三次见习性授课。运用定性和定量的数据资料,福斯和克莱因萨瑟发现整个学期下来那些未来教师的数学内容知识及教学内容知识没有发生什么变化。注意到要改变这些教师的观念并影响他们的发展所存在的困难以及现行的教学方面课程的不足,他们提出:“对所有从事数学教师教育及教师教育研究的人来说,必须把关于数学教学的观念

^① 中年级(middle-grade)在美国中小学体系中一般是指 5~8 年级,学生年龄大致从 11 到 14 岁。由这些年级组成的学校称为 middle school,有点接近中国的初中;而 9~12 年级组成的学校则称为 high school,有点接近中国的高中。为简便起见,本书后面有时将直接译 middle school 为初中,译 high school 为高中。——中文版注。



问题提到一个自觉的水平。”(第 441 页)

有意思的是,注意到与福斯和克莱因萨瑟的研究对照,兰拉尔(Langrall)、桑顿(Thornton)、琼斯(G. A. Jones)和马隆(Malone)报告了一个类似的但结果却不同的研究(Langrall, Thornton, Jones and Malone, 1996)。他们也评估了为期一学期的小学数学教学课程对 71 名未来教师的教学观念及教学实践的影响。这一教法课程是专为提升教学的内容知识、提供自我反思的场所(来自于舍恩(Schön, 1983)的思想)以及创造合作机会而设计的。关注其中的 6 名学生并进行个案研究,研究者发现这种影响是成功和正面的。他们的结论是,以知识—合作—反思为基础的数学教学课程可以有效地促进未来教师进行有意识的反思,这样他们就能够明确肯定理想的而摒弃那些不理想的教学行为。

研究者们在不同的背景下也对在职培训和职业经验对教师知识的影响做了研究。在加罗特(Garoutte, 1980)的博士论文中,他报告了一项专门的在职培训课程对 100 名小学教师的教学知识的影响;该项培训为期一年,总共有 100 小时的讲习课时。这 100 名小学教师在接受培训前和后两次被进行了所谓的“现行教学原理和实践测试”。另有一个由人数大致相同的小学教师组成的控制组则参加了培训后举行的那次相同的测试。运用统计显著性检验,加罗特指出该在职培训课程使教师的教学知识产生了积极的变化。

费曼-内姆瑟和帕克(Parker)(1990)考察了四名指导教师(中小学各两名)和他们所带的四名不同科目的新教师(第一年任教)间的对话交流,包括数学和英语两门课程,以发现他们是如何讨论有关内容的教与学的问题的。结果发现这些指导教师在处理新教师对学科的理解时表现有很大不同,其中有对学科内容进行直接表述、间接表述、假定新教师有足够的学科知识以及忽略这方面的问题。他们指出,在帮助新教师的计划中不应忽略学科内容方面的问题;在有经验教师的恰当帮助下,新教师可以加深对学科的理解、学会如何从学生的角度思考学科内容、如何展现和表述学业内容以及如何为了学科



的教与学的需要而组织学生。简而言之,通过这样的计划新教师可以发展他们的学科知识和教学的内容知识。

肖尔茨(Scholz,1995)所报告的关于在职培训对教师知识的影响与加罗特及费曼-内姆瑟和帕克所说的情形则有所不同。肖尔茨所报告的这项研究的对象是8名在职初中数学教师。他们进入数学教学岗位不久,参加了一个为期两年的试验性职业发展计划。根据从这些教师收集的通过由面谈、问卷调查和一个单元工作样本所得的数据资料,肖尔茨发现那些教师早年是通过练习册、操练作业、记忆以及教学卡片而学习数学的,他们原先对于数学教学的认识和知识结构并没有因为参加了该培训项目而有显著的改变。

琼斯(M. Jones, 1997)比较了69名西印度群岛巴巴多斯受过教学专业训练和未受过训练的英语和科学教师的课堂教学表现。在巴巴多斯,没有职前教师培训阶段,正规的培训只是为那些具有两年或两年以上教学经验的教师所提供的。通过统计分析,他发现这两组教师的总体表现成绩没有显著差异,他们的课堂教学模式也相类似。他指出可能“该培训计划教给教师的是进行成功教学的最为基本的一些技能,所以那些未接受过培训的教师也能在教学的第一或第二年中很快地掌握它们”(第183页)。这一结果提出了和本研究有关的一个问题,即与正规的教师培训相比,教师自身的教学经验对于他们的教学知识而言是否真的是一个更为重要的来源。

针对有关教师教育的“长期困扰性问题”,拉尼尔(Lanier)和利特尔(Little)在对广泛而多样的关于教师教育的研究所做的述评中,提供了一个有关教师职前及在职教育对教师学习如何教的影响的概括性的描述。他们将教师教育说成是“去智力化的过程”,并结论说“受训的未来教师发现在他们的专业生活中没有什么智力上的挑战”,此外“中小学的氛围也没有为他们学习怎样教学提供一个(比大学所提供的职前培训)更为积极的环境……教师在学校里的典型教学体验最好是没有教育性的,最糟则是具有误导教育性的。”(Lanier和Little, 1986,第565页)在我看来,他们的结论是过于悲观了,忽



视了不同教师教育实践之间存在的差异,而且过于强调其中存在的问题。另外,我认为将“教师发展”和“教师继续教育”作为同义词是不恰当的。对我来说,教师自觉的自我发展,诸如自学和自我反省,是教师发展中的一个极为重要的组成部分,而这些不应被笼统地归入在职教师教育这一范围。

总的来说,与关于教师是如何发展其自身知识相关的研究文献存在着下述的几个特征。

首先,研究者们研究了教师发展其自身知识的不同类型的来源,例如作为中小学学生时的经验、职前培训、在职培训以及教学经验。关于每一种来源对教师知识发展的影响程度,研究者们得出了不同的结论。

第二,几乎所有的研究都只涉及到关于教师知识发展的一种,有时是两种来源,且多数是某一职前或是在职培训课程或计划。在我看来,很明显地,由于这种普遍的局限性,那些研究就只能从该种来源的绝对价值来揭示它对于教师知识发展的重要性。由于教师在发展其知识时可能有很多其他的来源,因此与其他来源相比之下的重要程度,也就是它的相对价值,就不那么清楚了。

第三,伴随着第二个特点,大多数研究局限于教师职业生涯中的一个特定时期,通常是他们的职前培训阶段,或是他们在进入教学职业后的最初几年。而教师如何在其整个职业生涯中发展他们的知识仍旧不甚清楚。

第四,大多数的研究是小规模的,其研究对象也不是随机抽样的。虽然对少量的研究对象,研究就可以做得相对详尽些,而且在研究时间和经费上也比较可行,但由此得到的发现就较少具有代表性而更多地取决于特定的情景(例如一教学专业课程的不同内容,抑或甚至是一教学专业课程的不同教师)。这也许可以用来解释为何某些研究的发现相互不一致,甚至是相互矛盾的。

最后,几乎所有的研究都只是间接或是部分地涉及教师是如何发展其自身知识的这一问题。总体上,这方面现有的文献不仅缺乏



而且零碎,且系统性的研究几乎不存在。格里芬(Griffin)早在十多年以前就曾广义地提出过他对教师专业发展的关切:“直接与教师发展相关的、在概念上扎实和方法上严格的研究实在太少。”(Griffin, 1983)但这个问题至今仍旧存在。



2.5 文献述评的总结

简要地说,本章的文献述评主要揭示了以下几点:

(1) 总的说来,知识本身的概念在有关教师知识研究中没有被很好地建立起来,使用上也缺乏一致性;特别地,知识这一概念的认识论背景在很大程度上被研究者所忽视。

(2) 不同研究者提出了不少不同的模型去说明教师需要什么知识以使他们能有效地进行教学,所有的模型除了包含有学科知识外,都将教学知识列入其内,而且把它作为教师核心知识中一个必不可少的部分。

(3) 在现有的调查教师具有什么知识的研究中,大多数都一致地发现教师的知识在数量上是非常不够的,而在质量上则是不尽如人意的。

(4) 对于教师如何发展他们的知识这一问题,几乎所有有关的研究都只是间接或是部分地涉及到该问题。中小学学习的经验、职前培训、在职培训以及教学经验被最多地作为是教师知识的来源,但这类研究得到的有关这些来源对教师知识发展的影响的结论,对于同一种来源而言缺乏一致性,而对于不同来源而言则缺乏完整性。几乎没有什么直接并系统地针对这个问题的研究,因此非常需要在这方面开展新的研究。



第 3 章

研究的思想框架

本研究的中心问题是：教师是如何发展他们的教学知识的？要探究这个问题，有必要在这里先澄清一些关键的概念：知识、教师的知识、教师的教学知识和教师教学知识的来源，并建立一个思想上的框架以引导本研究。本章对此作如下论述。



3.1 知 识

数学教育研究前沿

第 2 章有关知识这一概念的讨论已经说明，在认识论上给知识一词一个精确的定义是相当困难的，但这并不是说知识这一概念可以在研究中被任意地使用；设定某种定义对于开展这方面的研究是必要的。

在我为本研究对知识给出一个定义之前，让我首先澄清有关的一点。这一点虽然我认为显而易见，但对于我们理解知识的本质却非常重要，这就是，任何知识与其主体和客体都是不可分的。主体指的是知识的所有者，而客体则是知识所指的对象。

如同认识论学家们通常做的那样，我在本研究中将知识的主体也限定为人类（一个人或是一群人），虽然有些学者，诸如罗素和艾尔（Ayer），有时在他们的研究中也把动物（例如，一条狗）作为知识的主体（例如，见 Russell, 1948, 第 455 页；Ayer, 1956, 第 7 页；也可见 Campbell, 1988, 第 398 页）。换句话说，本研究只讨论“人类的知识”。



不同于一个客体(例如,一座山),无论是否有人类存在,它都可以作为一个实体存在于物质世界中,而有关客体(一座山)的知识却不能独立于它的主体——人类——而存在。如果没有人,就不会有关于山的知识。然而,即使有人类存在,在人类知道一座山之前,关于该座山的知识依然是不存在的。对于知识的客体来说,主体的知识总是关于某一事或物的。当人们问“你知道吗”,它总是意味着“你知道那件事情(或东西)吗”。而当人们说“某人缺乏知识”时,其实质上是指“某人缺乏关于某方面(或事物)的知识”。

换言之,没有“绝对的”知识;知识的主体和客体都是先于知识本身而存在的。也就是说,任何知识都必然存在于某人之中且是关于某种东西的;当我们谈论“知识”时,我们实际上是指“某主体对于某客体的知识”。

因此,在我看来,理解“知识”这一概念的逻辑上的出发点并不在于“知识是什么”,而是“主体对客体的知识是什么”。以下是我从认识论角度出发为本研究所作的关于知识的基本定义:

主体对客体的知识是指主客体间一种交互作用的智力结果。

对于这个定义作一些解释和限定是有必要的。在这个定义中:

“主体”是指一个人,或是一群人,但不是一个动物,或是像电脑或机器人之类的机器,后两者不包括在本研究中;尽管从另一种意思上,我们可以说狗是认识他的主人的,再从另一种意思上看,电脑也知道如何进行某些操作,而像“深蓝”这样的机器人懂得如何下棋。

“客体”可以是任何事物,比如一个地方、一件事情、一种方法、一个过程、一个人、一项活动、主体本身或他人过去已经知道了的知识、一门学科等诸如此类,或是这些事物的任意组合。

“交互作用”可以是主体对于、关于或作用于客体的认识、观察、经验、反思、推理、思考以及类似的过程^①,但不是纯粹的猜想、任意

^① 根据莱尔德(Laird)所称,杜威将“知识”描述为“思想的结果”(见 Laird, 1930, 第 101~106 页)。很明显这里的定义是与杜威的定义有一致性,但较之范围更广一些。



的想象或是无意义的梦幻。

我使用“交互作用”一词是想强调有时候客体并不是固定不变的,主体认识客体的过程是动态的。

交互作用有不同的方式,人们可以从中获取知识。交互作用可以是直接或者是间接的。比如,一个小孩可以通过将4颗弹子和3颗弹子放在一起,然后数数得出 $4 + 3 = 7$;或是听老师讲解而后记住这一结果。交互作用可以以体力为主也可以是纯智力的。例如,一个人可以通过用手提起某件东西而知晓其很重,一个学生可以在脑子里进行数学论证从而得出方程 $\sin^2 x - \cos^2 x = 1$ 的解。此外,这种作用可以是瞬间的也可以是长时间的。例如,一个婴儿可以从其母亲的声音立即知道他母亲就在他身边,而一个母亲可能要花上个把小时才能搞清她的孩子为什么啼哭。最后,对主体来说这种作用可以是主动的也可以是被动的。例如,一个外行可以通过收看电视节目被动地记忆科学结论,而一个科学家却可以通过实验主动地去发现或是证实科学结论。各种不同的交互作用是如何影响知识的起源、演化和发展的,这应该是认识论的一个核心问题。

“智力结果”^①是指主体从交互作用中所获得的智力上的或者说是认知上的成就,它包括信念、记忆或是理解^②,但不是某种心理情绪、倾向、或是意愿等。智力成果并非一定可以用言语表达的,甚至有时不一定为认知者所意识到(即,有时知识所有者并不知道他真正知道些什么)。这也意味着,智力结果可以是“隐性的”,也可以是“显性的”。

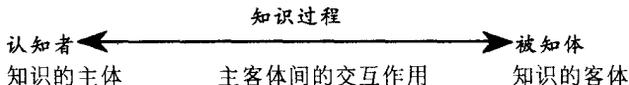
根据上述定义,我们可以称主体为“认知者”,客体为“被知体”,主客体间的交互作用为“知识过程”。简单地,可以用以下这个图来

^① 这里“智力结果”(也为“智力成果”)的英语原文是“mental result”。英语“mental”有智力的、心理的、脑力的、精神的、认知的等之意,与“体力的”相对应。——中文版注。

^② 沃丁顿(Waddington)最近提出理解是一种关联性的知识,我基本上同意这种观点。不过,他并没有解释什么是知识(Waddington, 1995)。



表示：



意识到认识论的经典著作所表明的定义“知识”的难度,我并不认为上述定义是完美的,因为它在某些方面仍旧不那么明确。在我看来,尽管定义中“主体”和“客体”是明白清楚的,但对“一种交互作用”只是作了一个描述,而不是精确的定义。关于“智力结果”有同样的情形。但是,上述定义确实指明了知识是“某种的东西”,而不是任意的东西;它可以让我们澄清一些在我看来是很有必要的一些事情。

首先,这个定义中所定义的知识包括了认识论传统上的定义(即“被证明了的真实的信念”)及其拓展后的定义(即“客观上合理的信念”)所定义的所有知识,因为要成为“被证明是真实的”或“在客观上是合理的”必须要通过某种“交互作用”。不过,该定义所包含的知识比“信念”要更广泛些。根据该定义,易见知识可以是知道什么(例如,一种信念)、知道事情(例如,一种记忆)、以及知道怎样(例如,理解)。

第二,这个定义强调知识,无论是信念、记忆或是理解,可以是“正确的”也可以是“错误的”,只要它源于一种“交互作用”。相反,没有这种交互作用,智力结果(例如,一种信念或是记忆)就不是知识,无论它正确与否。比如,迷信是一种信念(Quinton, 1967),但不是知识,即便它是真实的;一个人可能会记住他所做的一个荒诞的梦境,但他所记住的源于那梦境的东西不是知识。

我没有像许多认识论学家传统上所做的那样,在定义中将“假的知识”排除在外,这主要是出于两个原因。其一,不同于数学知识,在很多情况下说一个教师的例如关于某种教学方法的知识是完全错误或完全正确的是不可能的,并且也是无意义的(也见 Orton, 1993; Donmoyer, Imber 和 Scheurich, 1995, 第 3~6 页);经常地,我们只能说它具有或不具有良好的关于那种方法的知识,甚至这样说也只



是基于我们自身的判断。其二,即使是对于教师的错误的知识,我认为去探知教师是从什么来源得到这样的知识也是有价值的。

第三,根据这个定义,知识是一个过程(交互作用)的结果(智力上的成就),但并非过程本身。从这点上说,知识不是经验本身或是任何一种活动,尽管有些研究者有意无意地将它们混在一起(例如,个人经验和个人知识)。对我来说,这一点表现最为清楚的是在最近一些广为传播的有关教师个人实用知识的研究;在这些研究中,教师知识被典型地看作是“教师经验的总和”(例如,见 Elbaz, 1983; Johnson, 1989; Clandinin, Davies, Hogan 和 Kennard, 1993; Connelly, Clandinin 和 He, 1996)。

第四,这个定义表明知识是在头脑中的(“智力结果”)。它不在“身体”之内(例如,见 Connelly 和 Clandinin, 1988, 第 25 页)。同样,我想将“技能”看作是某种知识也是不恰当的(例如,见 Alexander 等, 1991),因为技能经常(虽然并不总是)指一个人做某件事的能力。换句话说,知识涉及的是人们知道什么,而技巧涉及的则是人们能做什么;尽管两者密切相关,而且有些教师知识领域的研究者声称教师所使用的技能与他们所拥有的知识是密不可分的(例如,见 Corrie, 1997)。

最后,有些研究者提出了这样一个问题:认知者和被知体之间究竟有什么联系?(例如,见 Greene, 1994, 第 425 页)。根据这里的定义,其基本联系就是“交互作用”,即,一个人有关客体的知识是来自于他与该客体的交互作用。此外,不同水平的交互作用可以产生不同程度的知识。

注意到有两种不同类型的认知者:即个人和由个人组成的群体,是重要的。相应地,人类知识也就有两类:即个人知识和群体知识。从根本上说,群体知识是来源于个人知识的,例如,人类关于数学上的微积分及物理学上的相对论的知识最初是一种个人知识,前者最初是在 17 世纪由牛顿(Newton)和莱布尼茨(Leibniz)发明出来的,而后者则是在 20 世纪初由爱因斯坦(Einstein)发明的。现在它们都



已成为了一种群体知识,为广大的大中学生所学习和知道。这说明知识上的认知者只是知识的拥有者,并不一定是知识最初的产生者。在讨论知识的发展时,我们需要意识到的是,知识不仅可以被产生,也可以被传播和学习。对许多人来说,通过各种途径从他人那里学习是发展其自身知识的一种最为重要的方式^①。



3.2 教师的知识

“教师的知识”和“教师知识”经常为研究者所使用而不加以区分。在本研究中,我也将它们视为同义词。从知识的认知者(知识的主体)和被知体(知识的客体)的角度来看,研究者们使用“教师知识”通常有以下一些不同的含义:

(1) 认知者:教师;被知体:教师所知道的东西。即是说,这一术语意指“教师所拥有的知识”。

(2) 认知者:研究者;被知体:教师。即是说,这一术语意指“关于教师的知识”。

(3) 认知者:研究者和/或教师;被知体:教学。即是说,这一术语意指“与教师有关的(关于教学的)知识”。(例如,见 Fenstermacher, 1994)。

本研究以第一种含义作为“教师知识”的定义,因为我认为它与其他两种含义存在着很大的差异,而且从本质上说它也不应被同其他两种含义混为一谈。换言之,在“教师的知识”或“教师知识”中,教师是知识的主体,而不是客体,尽管关于“教师知识”的研究会产生关于教师的知识。

布克曼(Buchmann)指出教师知识一词意味着所指的知識是专

^① 这一事实是经常为人们所忽视的。例如,已故毛泽东主席在他 1963 年的著名演说“人的正确思想是从哪里来的”(Mao, 1971)中提出,人类的知识只能来自于社会实践。在我看来,很清楚他所指的是知识的根本起源。



门针对教师这一群体而言的(我同意这一观点),但“教学知识”这一术语则用来考虑包括与教学活动有关的知识,而不需限定针对谁的问题(Buchmann, 1987, 第152页)。她倾向于用“教学知识”而非“教师知识”。但是,在我看来,这两个术语非但是不同的,也是不能相互替代的。在“教师知识”中,认知者是教师,被知体是教师自身作为教师所知道的与教学有关的、但不仅仅是关于教学的东西;而在“教学知识”中,认知者是未知的,可以是教师、教师教育(培训)者、研究者、甚至也可以是外行,而被知体则相对清楚,即有关教学的事情。

教师的知识不仅和一般大众、教师教育者或教育研究者的知识不同,就如吉尔伯特等人指出的,他们的知识与其他的学校教育工作者(例如担任行政和学生辅导工作的人员)的知识也是不一样的^①。对于“教师知识”,本研究只关注教师自身专门作为教师时所拥有的知识,而不是作为社会中的一般人,或是学校中其他类型的教育工作者(如部主任或是学生辅导员)所拥有的知识,尽管本研究的部分研究对象在本研究进行数据收集时确实拥有这样的职位(详细情况请见第4章)。

数学教育研究前沿

研究者们已经提出,指导教师实践的知识远不止于关于命题性事实的一种累积(例如,见 Rubin, 1989; Johnston, 1992)。更进一步,奥顿(Orton, 1993)指出了有关教师知识研究的两个问题:第一,教师知识的一种主要形式显得是“知道怎样”的知识,而它通常是“隐性的”。根据奥顿的观点,对教师知识最可靠的证明是教师能够在课堂教学用行动加以体现。第二,教师知识深深地依赖于特定的时间、地点和情景,而缺乏数学、物理、抑或是心理学中知识的特征,因此它是“情景化的”。所以很难提出一套标准,以解释怎样去证实教师的某种知识。

在我看来,根据上述有关知识的定义,“教师的知识”是指“教师(作为教师时)所知道的东西”。它包含有:教师的“信念”——如对教

^① 事实上,像关于教师知识基础的研究一样,近来也有不少关于教育管理者知识基础的研究(例如,见 Donmoyer 等,1995)。



授某一特定内容,哪种策略是最为有效的;“记忆”——如一本教科书的结构是指什么;以及“理解”——例如怎样运用某种教学方法,等等。

教师知识可以有多种形式或是类型。注意到认识论学者们曾区分过不同种类的知识,有些则互有交叉重迭,在这里,我想指出教师知识大致有三种基本类型就够了:“知道某事”,“知道什么”,以及“知道怎样”;而他们的知识可以是“隐性的”也可能是“显性的”。



3.3 教师的教学知识

因为教师的教学知识在英文字面上等同于教师的“pedagogy”的知识^①,所以在这里,显得有帮助的是,先对英文“pedagogy”一词通常的含意作一简略的说明。

最广义地说,人们用“pedagogy”指“关于教育的研究”,有时直接指“教育”本身(例如,见 Good, 1945; Barnard 和 Lauwerys, 1963);而从最狭义来说,它是指“关于教学方法的研究”,或简单地指“教学方法”(例如,见 Rowntree, 1981)。在这两者之间,它也被普遍地定义为“一门关于教学的包括课程和方法在内的科学”,或略广一些,“一门关于教学的科学或艺术”(例如,见 Monroe, 1913; Simon, 1981; Lawton 和 Gordon, 1993)^②。因此,尽管人们用“pedagogy”一词所指的意义有所不同,但都将“教学”及“教学方法”

① 注意教师教学知识的英文原文为“teachers' pedagogical knowledge”或“teachers' knowledge of pedagogy”。中文常译“pedagogy”为“教育学”或“教学论”,含义不尽一致。本书有时译“pedagogy”为“教学学”,意指“关于教学的学问”,其含义比与“课程论”并列的“教学论”要广,但比“教育学”要窄。下面一段说明了英文“pedagogy”可能包含的不同意义。——中文版注。

② 在许多英语词典中,“pedagogy”还被解释成“教师的职能、职业或是实践”。例如,见《牛津英语词典》(The Oxford English Dictionary, 1961)、韦伯斯特新通用详解词典(Webster's New Universal Unabridged Dictionary, 第二版,1983)以及蓝登书屋详解词典(Random House Unabridged Dictionary, 第二版,1993)。但是,“pedagogy”的这种含义在教育界使用十分罕见;可参看本节中所列的参考文献。



作为其中的一个部分。在我看来,“pedagogy”的核心意义是关于(不只是有关)教学及教学方法的。

可以理解,不同的认知者,例如教师教育者、教学研究者或是一般公众,都可能具有某种类型和数量的教学知识。不过,本研究只针对教师的教学知识。毋庸说,教师拥有适当的教学知识比别人具有更大的重要性;教师所拥有的教学知识的广度、深度及其目的与其他的认知者是有区别的。

正如第2章的文献述评中所揭示的,尽管人们已不存在什么争议的是,教学知识,就像学科知识一样,是教师进行优质教学所需的专业知识的一个重要组成部分,但研究者在使用教学知识一词的意义时,如同使用教育学(pedagogy)一词一样,存在着差别。

一些研究者只是将其用于教师关于一般性教学过程方面的知识,例如有效的安排教学的策略、课堂常规、行为管理技术、课堂组织过程以及激励手段(例如,见 Fennema 和 Franke, 1992, 第 162 页);另一些学者则用它同时包括可用于任何学科的一般性的教学方法和理论,以及教学的内容知识(例如,见 Colton 和 Sparks-Langer, 1993)。还有一些学者则更广义地用该术语指包括有关学生、课程、计划、教学以及评价的知识(例如,见 Jones 和 Vesilind, 1996)。

在数学学科中,NCTM 的《数学教学职业标准》(1991)强调说,“数学教学学应注重教师帮助学生学会理解、会做和会用数学的方法”(第 151 页)。该《标准》在“懂得数学教学”的标题下明确了教师教学知识的以下五个组成部分,并指出它们是进行高质量教学所必须具备的。这五个组成部分是:

第一,关于包括技术在内的教学材料与资源的知识;

教师有责任提出有价值的教学任务。针对学生的数学学习,他们可以选择现成的或是自我编制数学学习任务。为此,他们经常会用到各种教学材料和资源,包括问题集、教辅实物材料、教科书、计算机软件、计算器,等等。教师需要建立一个良好的知识层面以认定和评估这些教学材料和



技术工具,并学会在教学中有效地使用这些资源。
(NCTM, 1991,第 151 页)

第二,关于表达数学概念和过程的方式的知识;

通过实物的、视觉的、图像的、符号的表象进行数学思想的建模表达是数学教学的中心[工作]。教师对各种数学概念和过程的可建模表达的方式需要有丰富、深入的知识,在选择不同的模型时要理解其在教学上的及发展上的优缺点。另外,教师也要能够在各种表象模式之内和之间进行转换以使 学生能够理解这些数学思想的意义。(NCTM, 1991,第 151 页)

第三,关于教学策略及课堂组织模式的知识;

在批判传统的数学教学方式——“讲解、演示、作业”的同时,《标准》强调教师需要运用多元的教学形式,使学生建立起他们自己的数学知识体,培养他们自己提出、建构、探索、解决以及论证数学问题和概念的能力。所有前景良好的进行这种教学的模式都有高度的师生交互作用。在这类模式中,通过提问、引导和猜想,而不是呈现完美无缺的结果,教师对学生 进行示范和引发教学上的交流。(NCTM, 1991,第 152 页)

第四,关于促进课堂交流和培养数学集体意识的途径的知识;

教师需要注重于创造一种鼓励学生提问和深入思考的学习环境——在其中学生和教师互相参与到对方的思考过程中,并作为教师和学生以及学生和学生之间有高度交流互动的数学集体的一分子而存在。他们也需要运用策略以发展一种对学生自身投入数学学习不可缺少的参与,例如学生的小组工作以及让学生承担一定的责任。(NCTM, 1991,第 152 页)

第五,关于评定学生数学理解的方法的知识。

人们已经指出,教师需要知道多种方法去评定学生如



何学习以及他们力所能及的范围,从而进行更为有效的教学。评定应当着重于学生数学能力的发展。教师需要依据教学目的进行评定,考虑它们对于评定的意义,并理解与有关评定的多方面的问题。由于教师在评定方法上的经验往往只局限于来自职前培训课程的较为传统的“考试和测量”方法,因此非常需要把理解和使用多元评定方法作为一个持续性的内容融入教师的终身教育中。(NCTM, 1991, 第153页)

比较上述五个成分与前面述评提到的由不同研究者所提出的分类,我们可以看到大致上第一部分对应于“课程知识”,第二部分对应于“教学的内容知识”,第三部分则对应于“一般性教学知识”。至于第四和第五部分,大多数研究者通常没有把它们从其他各部分中单独列出。这两者,特别是第四部分,可以部分地纳入“教学的内容知识”,部分地纳入“一般性教学知识”。此外,第一部分还包括了教师关于技术的知识。在前面的述评中已经指出,这方面的知识没有受到很多研究者足够的重视;但它对于数学教学来说是相当重要的,特别是对于新的改革后的数学课程更是如此。

在本研究中,“教师的教学知识”一般地被定义为“教师就关于怎样进行数学教学的所知道的东西”。它包括教师关于“(教学的)课程和方法”这两方面的知识^①。更具体地说,它包含 NCTM 定义的教学知识的前三个部分,我将它们分别称为:

- (1) **教学的课程知识**——关于包括技术在内的教学材料和资源的知识;
- (2) **教学的内容知识**——关于表达数学概念和过程的方式的知识;
- (3) **教学的方法知识**——关于教学策略和课堂组织模式的知识。

^① 这也就意味着,“怎样进行数学教学”可以分为“怎样运用课程进行数学教学”以及“怎样运用教学方法进行数学教学”。也可见本部分前面提到的有关“pedagogy”的定义。



为简略起见,我将在通篇博士论文中,使用 PCrK 表示“教学的课程知识”,用 PCnK 表示“教学的内容知识”,用 PIK 表示“教学的方法知识”^①。

尽管不能绝对而论,我想在某种意义上我们可以说教学的课程知识更多的是关于“知道事物”(即关于事物的知识),例如熟悉教学内容的层次结构,了解适合于某一特定内容的教学资源,以及理解所用的教科书的特点。教学的内容知识更多的是关于“知道怎样”,例如知道在数学上怎样表达函数的概念^②,以及怎样向学生介绍解一般二次方程。教学的方法知识更多的则是关于“知道什么”和“知道怎样”两者皆有,例如知道什么是合作学习,以及怎样在课堂中运用合作学习进行教学。

本研究将焦点放在这三个部分的主要原因是它们已被较好地定义,并为数学教育界广泛接受,而且我认为它们也是数学教师教学知识的核心内容,因为它们都与教师如何在课堂中进行数学教学的方法直接相关。至于 NCTM 定义中的最后两个部分,如前所述,在很大程度上,关于怎样促进课堂交流和培养数学集体意识,以及如何评定学生的数学理解,是教师在教学的内容知识及在数学教学一般策略和课堂组织模式的知识这两方面的不可缺少的成分。例如,合作学习或小组讨论是一般的教学策略,但在数学教学中,它却经常被用于促进数学课堂交流和创造一种数学集体的意识。



3.4

教师教学知识的来源

在有关教师知识的文献中,一些研究者使用“来源”一词表达两

^① 此处英文缩写 PCrK 表示 pedagogical curricular knowledge(教学的课程知识), PCnK 表示 pedagogical content knowledge(教学的内容知识), PIK 表示 pedagogical instructional knowledge(教学的方法知识)。——中文版注。

^② 注意,根据前面的分析,在本研究中,关于“函数”的知识本身并不是教学的内容知识,而是学科知识。



种不同的含义却没有加以必要的区分：其一，教师用于发展其自身知识的途径；其二，教师在头脑中被进行思考处理以发展其自身知识的某种存在（往往是原先已有的知识）。例如，格罗斯曼（1988, 1991）列出了教学的内容知识的三种来源：学徒式的观摩、教师培训和课堂经验，因为教师可以从他们作为学生时的求学经历、教师（师范）教育课程以及实际的教学经验中获得他们的教学知识。同时，她也将学科（内容、科目）知识列为教师教学的内容知识的一种来源，其理由是教师关于一门学科的知识能够帮助他们作出内容上的选择和发展其教学的内容知识（也可见 Shulman, 1987; Even 和 Tirosh, 1995）。在我看来，前三种作为“来源”的意义与最后一种有实质性的不同，因而不应将它们并列为同种类型。为了加以区分，我将前者考虑为“宏观”层次，而后者则是“微观”层次。

下面的例子解释了这两种“来源”的含义上的差别。

假设一名旅行者从他所知“球面上两点间的最短距离处在该球的包括这两点在内的大圆上”（知识 B）这一事实推理，相信“飞机从芝加哥飞往上海的最短途径是经过阿拉斯加，而不是夏威夷”（知识 A）。很自然，我们可以说他的关于芝加哥到上海的最短路径的知识（知识 A）是来自他的球面三角学的知识（知识 B），或者说，他的球面三角学知识（知识 B）是他的关于该最短路径的知识（知识 A）的一种来源。

但是，假设一个飞行员不具有有关球面三角学的知识（知识 B），而他知道从芝加哥经阿拉斯加飞至上海比经夏威夷要快这一点，是由于他已飞了这两条路径或参加训练课程中被告知，则我们通常会说他的关于较短路径的知识是来源于他的经验或他参加的培训课程；换句话说，他的经验或训练是他的关于较短路径的知识的来源。如果我们从观察“来源”的这种观点（在宏观层次上）考虑上面旅行者的情况，那么该旅行者的知识 A 来自于他自己运用知识 B 所作的推理。也就是说，他自己进行的推理本身是他知识 A 的来源，而无论他在此过程中（在微观层次上）使用了多少他原先已有的知识。



考虑知识作为主客体之间某种交互作用的一种智力成果这一定义,我认为上述“来源”的两种含义都是与“交互作用”有关的^①。但是,当我们在宏观层次上探索某一知识的来源时,我们想知道的是,在所有可能性的交互作用中,是什么样的“交互作用”导致了该知识的获得;而在微观层次上,我们想知道在某一种“交互作用”的过程中,我们用到了什么和对什么做了思考处理从而获得了这种知识。

在本研究中,我对“来源”一词仅使用它的宏观含义,即,教师用以发展其自身知识的途径,因为我认为,作为一项实证性研究,知道这种来源对于探索如何提升教师知识在很大程度上更为有用和有实际意义。

根据第2章的文献述评和我自己的分析(这种分析部分来自于我近十年在三所中学作为数学教师及一所教师培训学院作为教师教育工作者的个人经验),我建立了以下的框架以调查(数学)教师用于发展他们自身的教学知识的来源。

简单地说,这个框架有三个主要部分:教师在接受正规职前培训前作为学习者的经验、教师的职前培训经验以及教师的在职经验;每一部分都包含有几个子成分,如图3.1所示。

作为学习者的经验。我用“作为学习者的经验”,主要是指教师在接受正规的职前培训前作为学习者的经验,明显地这种经验大多来自正式的教育环境——学校,但也可能来自非正式的教育环境——家庭及其他日常生活情境。前面的文献述评已指出,一些研究者如洛德(1975)认为教师早期作为中小学学生时的经验,或称“学徒式的观摩”经验,是教师获得关于怎样进行教学的知识的一种极为重要的来源。另外,我认为一个人在非正式的教育环境中的经验,如聆听他母亲讲故事和观察一个成人如何解释一个问题的答案,同样

^① 最近,研究者也用“来源”一词指认知者,即,创造有关教学的知识的人。其焦点则在于作为该种知识创造者的“研究者”或是“实践者(教师)”(例如,见 Cochran-Smith 和 Lytle, 1993; Fenstermacher, 1994)。来源的这种含义与本研究无关。



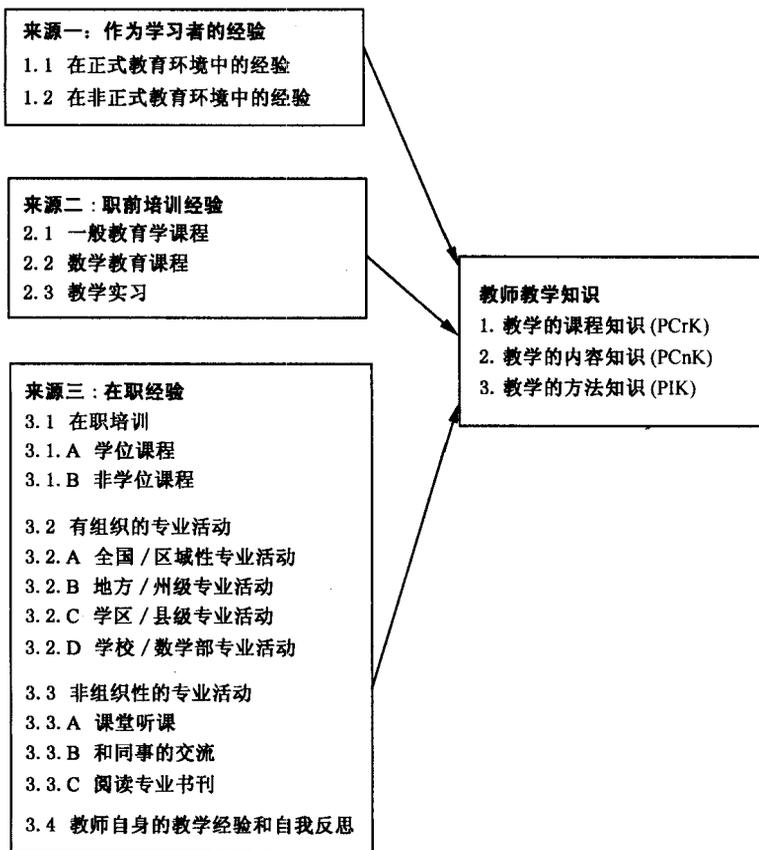


图 3.1 一个考察教师教学知识来源的框架

也可能带给他有关的显性或隐性的记忆,例如如何讲授一个故事、如何与听者进行沟通以及其他一些对于教学有用的知识,而无论这种知识有多肤浅(也可见 Jackson,1986,第1章)。

宣称教师是用他们以前被教的方式进行教学的人包含的意思是,教师的教学知识至少是教学的方法知识,或者至多是教学的内容知识和方法知识。他们认为教师的教学知识主要来自于教师作为中小学学生时的经验。不过,我要补充的是,这种经验也可能是教师关于教学的课程知识的一种来源。当教师教的课本与他们作为学生时



学的课本相同(或是修订版本)时,情况尤其如此。这一现象并非如可能想象的那样少见,特别是对于课程分权化的国家(如美国及英国)的流行教材和课程集权化的国家(如中国及日本)的全国通用教材而言。

职前培训经验。毫无疑问,职前培训的一个根本目的是提供未来的教师足够的教学知识和技能。就如前面文献述评中所揭示的那样,许多研究者已将“数学教学课程”(或称“方法课程”)以及“教学实习”(或称“学生教学”)作为教师教学知识的一种来源加以论述(例如,见 Grossman, 1988; McDiarmid, 1990; Foss 和 Kleinsasser, 1996)。我在此处增加另外的“一般教育学课程”,因为我认为学生应当被期望从这类课程中学到“教学的方法知识”,这一方面的知识并非特地针对教授数学或是其他任何学科。

在职经验。教师在职经验在这里指的是他们成为正式的学校教师后的职业经验。在图 3.1 中,它被划为四个子成分。

第一个是“在职培训”经验,指教师所接受的正规的及有明确目的的专业培训,包括研究生学位课程和非学位课程,后者中的一个例子是专门为向教师介绍新的教学策略(例如,合作学习)所设的暑期课程。第 2 章所评述的研究已经表明正式的(非学位的)在职培训课程对教师教学知识的发展可能有影响也可能没有什么用处(例如,见 Garoutte, 1980; Scholz, 1995)。

如图 3.1 所示,第二个子成分是教师参加“有组织的专业活动”的经验。我要指出的是,这里的“专业活动”不包括前面已经考虑过的专门为专业培训而设计的那些。“有组织的专业活动”是由一些特定的机构组织的,比如一般性的会议、研讨会、讲习班,等等。它们可以是全国/区域性的、地方/州级的、学区/县级的或是在学校/数学部层次的。尽管似乎没有存在什么实证性研究探讨关于教师参加此类专业活动能使其在教学知识上获益多少,但是有理由期望这些专业活动或多或少能对教师的知识发展有所益处。

第三是教师的“非组织性的专业活动”,它们往往随意性较大,且



发生于教师日常的职业生活中。在该项中,我列出了“课堂听课”,“和同事非正式(或日常)的交流”^①,以及“阅读专业书刊”,因为我认为它们对于教师获得有关数学教学的新的思路是有帮助的,不过这些因素在过去有关教师知识的文献里很大程度上被忽视了。

在图 3.1 中所列的最后一个子成分是“教师自身的教学经验和自我反思”。不言而喻,教师能够从他们自身的教学经验中发展关于教学的知识。教学经验(实践)不仅能加强或巩固教师原有的已证明为正确的或是可行的知识,改正或修改他们原有的已被证明是错误的或不可行的知识,而且也可以为教师提供重要的(虽然未必是唯一的)机会获取或创造很多新的知识(包括具有“情境性的”和“隐性的”特征的一类知识),例如一本教材的结构是什么(教学的课程知识)、在一堂课中学生最难理解的是什么(教学的内容知识),以及什么样的一般性教学策略最能吸引学生参与(教学的方法知识)。事实上,许多研究者,例如康纳利和克兰亭宁(见前面的述评)以及布里兹曼(Britzman, 1991),都在他们的研究中相当直接地论述过教师自身的教学经验是如何有助于他们的教学知识的发展的。此外,我在这里用“自我反思”一词特指教师源于并且关于他们的经验所做的自我思考。一些数学教育研究者将“反思”在概念上明确为“使专业工作者从经验中学习的一套(评价自身教学的)过程”(Brown 和 Borko, 1992, 第 212 页),或者是“使个人经验有意义化的行为”(McLymont 和 da Costa, 1998, 也见舍恩更为广泛的讨论,(Schön, 1983, 1991))。我列入“自我反思”的主要原因是,我认为如果没有必要的对其亲身教学经验的自我反思,则教师能从这样的经验中学到的在数量和质量上都将是十分有限的。在下文中本研究在谈及这一来源时,有时也将“教师自身的教学经验”称为“教师自身的教学实践”,将“自我反思”就略称为“反思”。

^① 在这里加上“非正式”的限定是为了跟“和同事正式的交流”(例如,在由学校所组织的专业活动中)作区分。



前面已经提到过,一个具有普遍性的认识是,教师主要是通过他们作为学生时的经验获得他们的教学知识的;我对此表示强力的怀疑。相反,我认为教师可以从上述构列出的所有来源获得教学知识。例如,教师可以使用他们以前被教的方法(来源 1.1),他们可以从他们职前培训的教法课程中学会如何使用专门的计算机软件或是计算器(例如 TI-82)进行数学教学(来源 2.2),同样他们也可以从参加像 NCTM 年会那样的全国性会议(来源 3.2.A)或阅读一本专业书籍(来源 3.3.C)中学到专门的教学方法。不过,对我来说,这些来源比较起来怎样促进教师教学知识的每一个组成部分的发展,只有在完成本研究并从教师那里得到适当的实证性依据之后才有可能回答。



总 结

在本研究中,知识是从认知者(知识的主体)、被知体(知识的客体)、以及知识过程(主客体间的交互作用)三者之间动态的关系加以理解的。主体对于客体的知识被定义为主客体间一种交互作用的智力结果。

在这个定义基础上,教师的教学知识被进一步定义为教师具有的关于怎样进行教学的知识,包括教师的关于教学上的课程和方法的知识。更具体地,在数学科目中,教师的教学知识包括以 NCTM “标准”为基础而来的三个部分:教学的课程知识——关于包括技术在内的教学材料和资源的知识;教学的内容知识——关于表达数学概念和过程的方式的知识;以及教学的方法知识——关于教学策略和课堂组织模式的知识。

为探究教师如何发展他们的教学知识,我根据前面的文献述评和个人的经验及分析,建立了一个框架。这个框架列出了教师发展其自身教学知识所可能有的来源。它有三大来源:作为学习者的经验,职前培训经验,以及在职经验。各来源都含有若干个子成分。它们中的一些早已为人们众所周知,但其他的则不怎么被所知,而且在



以往的研究中常常是被人们所忽视的。关于这些来源被包括在内的理由,上面已经作了简略的说明;所有这些来源在本研究中都将被这种或那种的方式加以考虑。

在结束本章时,我想指出,尽管从前面的述评中可以看到,把教学知识的这三个组成部分中的任一部分和这些来源中的任何一种结合起来,都可以作为一个具有足够重要的和足够广度的基础,以此进行一个专门的研究。将它们放在一起研究的决定,虽然可能导致在某些方面无法较为细致深入,但总的来说是为了能提供一个更为完整的和系统的关于教师如何发展他们的教学知识的图景,从中可以分辨不同来源间的相互关系,以及比较不同的来源对于教师发展他们的教学知识起到怎样的作用,而这些正是本研究的主要目的。



第

4

章

研究的设计和过程

本博士论文研究的目的是要探究教师发展其自身教学知识的来源。根据第2章的述评以及前一章所讨论的思想框架,本研究为此设计了一个分多个阶段的整体方法构架。

本章将详细表述本研究有关的方法论问题,包括目标总体和样本、研究工具、数据收集过程、处理和分析数据的方法、以及所采取方法的优点和局限性。



4.1 总体和样本

学校

在严格意义上,本研究中的学校总体由伊利诺伊州芝加哥大都市区25个最好的公立高中学校组成,占当地所有高中数量的12.9%。我用“最好的学校”特指那些在1996年伊利诺伊州目标评定计划(Illinois Goal Assessment Program,简称IGAP)十年级数学测试中,在芝加哥地区全部的194所公立高中中名列最前面的学校。这一地区包括芝加哥市以及它的六个郊县:库克(Cook)、杜佩奇(Dupage)、莱克(Lake)、威尔(Will)、凯恩(Kane)和麦克亨利(McHenry)。

IGAP测试是伊利诺伊州要求所有公立学校参加的全州性的测试。测试所包括的学校科目有阅读、数学、科学、社会科学、写作,年级从小学到高中不等。数学测试分别在三、六、八及十年级的学生中



进行,以0~500为得分范围。从1989年首次引入该项测试后,IGAP测试的成绩就一直为伊利诺伊州的教育界及媒体和公众普遍地使用为确定学校优劣的一个标准。此外,最近几年根据学生在IGAP测试的平均成绩的最好学校的排名显得非常稳定。

本研究中的这25所学校是根据“伊利诺伊州学校报告卡”的数据库确定的。该数据库可在芝加哥的两大报纸“芝加哥论坛报”或“芝加哥太阳时报”的在线互联网站上找到。这25所学校的十年级学生在数学测试中的平均成绩在322到375分之间,总平均为340.6分,中值为337分,都显著高于州平均262分。

学校样本由三所学校构成。在选择样本时采用了分层随机抽样的方法,以使选取的样本对于这25所好学校而言,比简单随机抽样所获的样本具有更好的代表性。也就是说,依据IGAP平均分,一所学校是从8所最好的学校中随机选取的,另一所则选自下一段最好的8所学校,最后在总体剩下的部分中选取一所。

教师

数学教育研究前沿

本研究的对象是当时在这三所样本学校中担任正常数学教学任务的数学教师。他们大多为全职的数学教师,也有极个别是兼职的(例如,某人同时也教其他科目,或是在学校中也担任其他职务,如数学部主任)。有些在数学部中担任学生辅导、数学实验指导或是行政助理的职员则不包括在内。总起来说,这三所学校的总共77名数学教师参加了本研究。

所有这些数学教师都被要求完成一份问卷调查表。在这77名教师中有9名教师被进一步作为子样本。他们每个人被听课两次,以观察他们的实际教学;这9人加上3名数学部主任共12位教师还接受了面谈。被听课观察和面谈的作为子样本的这9名教师中,每个学校各有3名,但不包括数学部主任;其中一名从教龄在0~5年的教师中随机选取,一名随机地取自教龄在6~15年的教师,还有一名随机选取自具有16年教龄以上的教师(更详细的情况见以下数据



收集的一节)。

本研究的样本规模是根据此研究的目的及进行这样的一个研究在时间和经费上的可行性而决定的。学校的总体只包括优秀学校的原因不仅是如果总体规模大,则从较小样本得到的发现就较少有代表性,而且可以理解,在优秀学校中教师职业发展的实践,对我们寻找开展教师职业发展的有效途径,可能包含更有价值的信息。另外,对进一步被要求听课和面谈的教师采用分层抽样的方法,目的是使这两个阶段的研究也能包括具有不同教龄的教学经验的教师在内,进而发现他们在教学知识来源上可能存在的差异。



研究工具

本研究原始的数据资料是通过应用三种主要的研究工具而收集的。它们是:一份问卷调查表、课堂听课以及听课后的面谈。

问卷调查表

问卷调查表由 22 个问题组成,可见附录 B。所有问题的设计遵循了有关问卷制作的语言和形式方面的一般原则(例如,见 Berdie, Anderson 和 Niebuhr, 1986; Fink, 1995)。为了保证所给的问题能被明确地回答,问卷表的制作过程中还向数名专家和高中数学教师作了技术性的咨询。

在概念上,整个问卷表的设计是以第 3 章中所讨论的思想框架为基础的。大致说来,问题 1 至 4 是为了获知有关的背景信息,以理解和分析教师对问卷的回答;问题 5 至 15 针对于教师各种专门性的经验对于其教学知识的发展有怎样的贡献(例如,问题 9:“总体而言,你的职前培训对于增进你关于怎样进行数学教学的知识有多少作用?”);相比之下,问题 16 至 22 则针对于教师怎样从他们不同的经验中获取各种教学知识(例如,问题 16b:“在多少程度上,下列的来源增进了你的关于如何运用技术进行数学教学的知识?”详见附



录 B)。

表 4.1 重点表明了问卷中不同的问题和上述思想框架中所说的教师教学知识的主要成分及其来源的联系。

表 4.1 问卷调查表中关于教师教学知识及其来源的问题分布

	教学的 课程知识	教学的 内容知识	教学的 方法知识	未分类的 教学知识	总计
作为学生时的经验	5, 16, 17, 18		5, 19		5
职前培训	7, 16, 17, 18	7	7, 19	6, 8, 9	8
在职经验	12, 16, 17, 18	12, 22	12, 19	10, 11, 13, 14, 15	11
未限定的来源 (开放性问题)		20, 21			2
总 计	6	5	4	8	

注意:问题 1 至 4 的目的在于收集为理解和分析教师对问卷的回答所需的有关背景信息。

问卷调查表中并不包括直接针对教师在非正式教育环境中作为学习者的经验对其教学知识发展的影响。其主要原因是我认为这种经验,对于本研究至少受过高等教育和/或有相当教学经验的研究对象来说,与其他经验相比较起来是次要的来源。然而,对其他类型的教师而言,比如处于职前培训阶段的教师(例如,见 Book 等,1983)、或是没有受过较长的学校教育经历的新教师^①,这有可能是他们的教学知识的一个重要来源。第二个原因是,不像其他的问题,这类有关“非正式教育环境”的问题很难且也不适合于列入问卷调查表中。不过,我在面谈中包括了有关这一问题的问题。

对三名任教于属于总体但不属于样本的一所学校的数学教师所作的问卷试验表明,有理由预计该问卷调查表可在大约 20~25 分钟内完成。

^① 注意在许多发展中国家中有相当数量的这样的教师。在那些国家中,小学教师只接受过仅仅几年教育的情况也非罕见。



需要指出的是,问卷调查的结果只能提供关于教师是如何发展他们的教学知识的部分景象;特别地,因为每个问题和整个问卷表的长度应合理地简短,从而使问题和整个问卷能得到一个良好的回复率,所以不是所有的问题都适合放在问卷中。这是我同时还设计了课堂听课和面谈作为研究工具的一个主要原因。

课堂听课

如果问卷调查表所涉及的是教师在其认知中有什么样的教学知识,则课堂听课的目的是,从教学知识的观点出发,明确教师在课堂上究竟怎样教学,和教师在教学中实际使用了什么样的教学知识,从而可以在面谈中提出关于教师怎样发展他们相关的教学知识的问题。在本研究中,课堂听课被作为一种研究手段是因为如前所说,教学是一项复杂的活动,教师的许多知识是“隐性的”和“情景性的”,它们往往只有在实际的课堂氛围中才能反映和显现出来(例如,见 Alexander等,1991;Orton,1993;Beijaard 和 Verloop,1996)。一个进一步的认识论上的依据是,就如其被广泛接受的那样,人们所知道的要比他们能够说的要多,这是因为他们或者是不知道自己知道些什么,或者是无法用语言将自己所知道的东西表达出来。相比之下,他们的行为或是表现却经常能展示他们真正知道些什么(例如,见 Ryle,1949;Ayer,1956;Polanyi,1966;Machlup,1980)。

如前面所说,每个学校有3名具有不同教学经验的教师各被听课两次,以观察其实际的课堂教学。课堂听课的注意力在于教学法方面,即教师使用什么样的教学资源(包括教科书、教辅实物材料、计算机和计算器)及如何使用,教师向学生介绍什么样的数学概念或是过程及如何介绍,以及他们实施什么样的教学策略和课堂组织形式以及如何实施。为了得到这样的信息,我选择去观察正常的课时,即非复习课,也非测验课。

附录C给出了用于课堂听课的指导提纲。所有的课堂听课都由录音和听课笔记的形式进行了记载。



面谈

在课堂听课的基础上,本研究下一步进行的是预先设计好的面谈。被面谈者包括所有被听课的教师以及数学部主任,共计 12 人。

对不同的面谈者准备了三类不同的面谈问题。

第一类问题是对教师的,有关他们所被听的课的教学,注重于教师为什么以这种或那种方法教该课,以及他们是怎样获得有关的在该课所用的教学方法的知识的。这类问题分别以教学的课程知识、内容知识和教学知识为中心展开。例如,关于教学的方法知识,所有的教师基本上都被问到了这样一个问题:“我注意到你在我所听的课堂中使用了以下的教学策略(如合作学习)。你是怎样知道这些教学策略的?”实际所提的问题则取决于课堂情景。

第二类问题是对所有的 9 名教师和 3 名数学部主任的,但要求这些部主任也从自身作为教师的角度回答。这类问题由于前面已经讨论过的理由,没有被列入问卷调查表中,但我认为对于本研究的目的而言是有帮助的。例如,其中的一个问题是:“有人称教师用他们以前被教的方法进行教学。你是否同意这样的说法呢?你能否找出一位或一位以上对你的教学方法有重大影响的你以前在学校读书时的老师?(如果回答是肯定的话)其影响是什么?”

最后一类只对 3 名数学部主任,是有关各校开展在职培训和专业活动情况的问题。这方面的问题可帮助我们更好地理解教师发展自身教学知识的学校环境并解释教师对于问卷调查和面谈中问题的回答。一个例子是:“你怎样组织数学部内的专业活动?一般以什么方式进行?”

关于对教师和数学部主任的面谈提要可见附录 D 和 E。但从一开始,设计它们的目的就只是为了提供一个一般的参考提纲,而不是一种为实际面谈给出面面俱到的规定,因为面谈是交谈双方之间的一种持续性的交互活动,怎样提出问题必须取决于教师在所被观察的课中所展现出来的知识以及其他的实际情景。



所有的面谈都做了录音,并往后被整理成文字记录以供分析。按计划,每次面谈的时间是大约45分钟。

这里我想要强调的是,前面所描述的所有研究工具都不是为了去发现教师究竟具有多少知识或是知识掌握得有多好,这些不属于本研究的目的范围;即使有些问题与此有关(例如问卷调查表中的问题18a和18b,问教师最近使用了何种教科书及他们关于该教材的知识自我感觉怎样),它们的目的也只是为了提供我们理解和分析教师的回答所需要的相关信息,以及/或者作为一种刺激因素促使教师回忆起他们的经验以回答其他直接指向他们是如何发展自身的教学知识的问题。

工具的试验

上面所说的研究工具从初稿到最终定稿曾经过小规模试验,以检测怎样加以改进和使用。

1. 问卷调查表。如前面提到过的,在一所属于总体但不属于样本的中学任教的3位数学教师,包括他们的数学部主任,回答了几乎是最后定稿的问卷调查表。在收到这些问卷表之后,我和所有这3位教师针对该问卷表的可行性进行了约30分钟的讨论。

2. 课堂听课。被试验性观察听课的是芝加哥一所学校的3名数学教师的课堂教学。这三堂被听的课堂教学都由录像记载下来。

3. 面谈。两名教师接受了面谈,其中一人是回答过一个最初稿的问卷调查表的男教师,另一个是被听过课的女教师。进行面谈时试用了事先拟定的对教师面谈的提纲初稿。对女教师所做的面谈则还作了录音。

上述试验对于研究工具的发展和改进是相当有帮助的。那些属早期初稿的研究工具通过这些试验获得的反馈信息得到了进一步的修改和完善。不过,有关试验也表明这些工具在概念和技术两方面在总体上都是可行的。





4.3 数据收集^①

为了统计上的严格性,所有属于总体的学校依据其学生在 IGAP 数学测试中的平均成绩被排序为第一至二十五位,然后用一台 TI-92 计算器进行随机抽样选取学校样本。

在最初的三所学校选好之后,我分别向每所学校的数学部主任发出了一封信函(见附录 A),请各校参加本项研究。然而,只有两所学校给予了正面的回答。第三所学校因现任数学部主任在计划的数据收集期间(见下文)将离任,无法为下一任做决定,所以觉得有困难。这样,在同一层次的学校中以同样方法又随机选取了另一所学校。该校应邀表示愿意参加该项研究。为保持各校匿名需要,下面我分别称这三所学校为学校 A、学校 B 和学校 C。

尽管这三所学校有些差异,但它们都是典型的优秀的郊区公立学校,白人学生占了绝大多数(从 72% 至 91%),有着先进的教学设备和良好的学校环境。各校前一学年度按每个学生平均的运作经费为 10 000 美元至 12 000 美元。

表 4.2 中列出了这些学校的学生、教师和数学教师的人数。

在学校样本确定之后,各校的数学部主任帮助在 1997 年 5 月下旬将问卷调查表发给了所有的数学教师。问卷调查表在同年 6 月的中下旬收回,总的回复率为 89.6%。依据问卷调查回复率的通常标准衡量,这个回复率是非常高了。这也表明结果有较高的可靠性(例如,见 Borg, Gall 和 Gall, 1993, 第 113 页; Engelhart, 1972, 第 96 页)^②。表 4.3 显示了每个学校的回复率。

① 注意这里“数据”的英文原文是“data”,有数据、资料、信息之意。为简便起见,本书多直接译为“数据”,有时也翻译为“数据资料”。——中文版注。

② 教育研究的方法论学者认为,问卷调查的回复率与很多因素有关,包括问卷表的长度、所给问题的内容和形式、所附信件或说明、调查时间以及被调查对象。在本研究中,我相信数学部主任的帮助是一个关键原因,加上其他一些因素,故而有较高的回复率。



表 4.2 三所样本学校学生、教师和数学教师的人数(1996~1997)

	学校 A	学校 B	学校 C	总计
学生人数	3 124	2 906	2 308	8 338
教师人数	233(87%*)	260(80%+)	180(82%)	673
数学教师人数	31	24	22	77

* 指至少拥有一个硕士学位的教师百分比。

表 4.3 问卷调查表的回复率

	学校 A	学校 B	学校 C	总计
交还问卷表的数学教师人数	26	22	21	69
回复率	83.9%	91.7%	95.3%	89.6%

根据教师们对问卷调查表中问题 1 至 4 的回答,附录 F 给出了这 69 名教师的概况,包括年龄、性别、所获学位、主修及副修的专业、他们教学经验的长短等有关的一般信息。

根据从第 4 题得到的信息,运用如前所述的分层随机抽样的方法,9 名教师被进一步选为课堂听课的对象。然而,最初的这一子样本包括了一名正在为转永久教职接受考评的教师。这位教师于是被再次随机抽取的另一位教师所替代。该决定是根据数学部主任的建议而作出的,目的是为了回避征询是否愿意被听课观察可能带给该教师在回答上的压力。

接下来是征询这 9 名教师是否愿意接受课堂听课和面谈。每一名教师都被解释了课堂听课和面谈的目的。我特别说明了我计划观察他们两堂平常的教课(不是复习或考试课),因此他们无须为我的听课而作专门的准备。此外,我还强调他们的名字将不会在研究报告公开。所有这些教师都同意参加研究。

最后选定的这 9 名教师都是白人。每一学校都有 2 位女教师和 1 位男教师参加。为了保密和方便起见,我下面将学校 A 中具有 0~5 教龄的教师称为教师 A1、具有 6~15 年教龄的为教师 A2、具有



16年或更长教龄的则为教师 A3。相应地,在学校 B 中的教师分别称为教师 B1、教师 B2 和教师 B3,而学校 C 中的教师则称为教师 C1、教师 C2 和教师 C3。

表 4.4 包括了与选择这些教师有关的信息。

表 4.4 课堂听课教师的选择

教学经验	0~5 年	6~15 年	16+ 年	平均教龄
学校 A	7 人	9 人	10 人	13.3
被选教师 (教数学的年数)	教师 A1 (3 年)	教师 A2 (9 年)	教师 A3 (25 年)	(12.3)
学校 B	4 人	4 人	14 人	18.5
被选教师 (教数学的年数)	教师 B1 (2 年)	教师 B2 (6 年)	教师 B3 (27 年)	(11.7)
学校 C	6 人	4 人	11 人	16.5
被选教师 (教数学的年数)	教师 C1 (3 年)	教师 C2 (14 年)	教师 C3 (20 年)	(12.3)
总计(被选者)	17(3)人	17(3)人	35(3)人	69(9)人;15.9(12.1)

实际的课堂听课和面谈集中在 1997 年的 9 月进行。表 4.5 列出了被听课的班级情况。所有被听的课都被作了双份录音,以便尽可能完整和安全地保持原始资料。

表 4.5 被听课班级情况

学校(日期)	教师	被听课的班级
学校 A (1997 年 9 月 8~12 日)	教师 A1	代数 C* ;几何(荣誉班)
	教师 A2	代数 C* ;微积分预科(荣誉班)
	教师 A3	微积分 BC;几何(荣誉班)
学校 B (1997 年 9 月 15~19 日)	教师 B1	几何预科* ;代数 I A
	教师 B2	代数 II 预科* ;微积分 AB
	教师 B3	几何预科* ;几何快班
学校 C (1997 年 9 月 22~26 日)	教师 C1	代数;微积分预科/离散数学
	教师 C2	高级代数;微积分预科/统计
	教师 C3	几何;代数 III G*

注:各校所有标有“*”的班级由学习进度较慢的学生组成。其他的则由中等水平的学生或是最高水平的学生组成。



我有意对每位教师选择两个不同班级进行听课,目的在于希望他能对于不同科目及不同类型的学生展现出更为广泛的教学知识,从而在面谈中可以提问他是如何发展这种知识的。从该表可以看出,所听之课包括了各种不同的班级、科目和学生。

对这9名教师中每人的面谈是在听完他所教的两堂课之后进行的。在面谈之前,研究者(即作者本人)收集和分析了与所听的课有关的信息,如该班学生的背景、所使用的教材的结构和特点、以及教师的课时计划和教学过程;更重要的是,我对听课所录的磁带复听了2~3次,以便熟悉所听的课,并由此拟定面谈中所要提的具体问题。为了有充足的时间准备面谈,我也把与每位教师的面谈安排在第二次课堂听课后的第二天进行。不过有两名教师除外,和他们的面谈是在第二堂课听完后当天进行,在听课和面谈之间只相隔2至3小时;这一阶段的时间被专门用来分析第二次所听的课,为接下去的面谈作准备。

和各校数学部主任的面谈是在该校实地调查的最后一天进行的。由于一位部主任因为有繁重的行政任务当时没有承担日常教学任务,因而只对另外两位部主任提出了要求他们从作为一名数学教师的角度作出回答的第二类问题(见本章的前面部分)。第三类问题是和数学部主任面谈的中心问题,这三位都被问及。

出于与课堂听课同样的原因,对所有的面谈也作了双份的录音。所有面谈持续的平均时间大约为45分钟,其中最短的约35分钟,最长的约75分钟。



4.4

数据处理和分析

从问卷调查中得到的数据资料先由作者本人阅读和检查。为了便于整理分析,所有的问卷表都被编了号,1号至26号来自学校A,27号至47号来自学校C,48号至69号来自学校B。

对问卷表的检查表明,就少数几处原始数据资料进行一定的校



正处理既是必要也是可行的。例如,对第4题:

“你教以下科目已有多少年:任何科目 ____ 年;数学(包括统计,但不包括计算机科目) ____ 年。”

尽管大多数教师填写了两个空格,但有些只填写了教数学这一格。虽然如此,对那些没有填写第一个空格的教师,我认为可以判断他们教授任何课程的年数等同于他们教授数学的年数,因为对其中的一些教师来说,这一事实可以从他们对其他问题的回答中推知。比如,编号29的教师回答他自己的年龄在20至30之间(问题2),具有学士学位(问题3),刚开始修读数学教育的在职硕士课程(问题11),而没有任何其他的专业培训经历(问题12),最重要的是,教数学只有一年,所以有强力的理由相信他是只有一年教学经验的新教师。另外,编号68的教师第一个空格中填写了“一”而在第二格中写了8.5年,因此很明显“一”表明这位教师没有教过其他别的学科。这样的推理在后来的面谈中也从部分教师那里得到了证实。

另一个例子是问题13a:

“在最近五年里,你参加了大约多少次地方、州和全国/区域性组织举办的专业活动?”

地方或州 ____ 次 全国/区域 ____ 次”

编号14的教师第二格中填写了2至3次。在计算所有教师对该问题回答的平均次数时,我决定将该教师的答案记作2.5次,因为我认为这样的处理要好于将它排除在外(2至3次是有用的信息,应当在总体情况中有所反映)。

无须说,那些无法适当修复的(或是空白,或是答非所问的)答案在分析中都被排除在外。所有这种答案,或是被校正或是直接被剔除,都在下面几章报告研究发现时作了明确的说明。

在进行了第一步的检查后,所有从问卷调查中得来的数据资料都被储存、处理和分析。整个过程分别运用了一台Macintosh计算机、微软Excel软件和SAS软件。

如前所说,从课堂听课中得到的数据资料主要是被用来为接下来的



面谈准备问题,因为它只涉及教师所拥有什么样的知识,而非他们是怎样发展这些知识的。不过,在分析面谈资料时,课堂听课时所录制的磁带记录又被再次复听,并用来帮助理解教师在面谈时所作的回答。

面谈中得到的磁带声音记录由一家专业声译服务公司原本完整地誊写为书面的文字记录。研究者(我本人)作了核对,然后进行分类编码。

为处理数据工作而设计的编码体系以第3章中所阐述的思想框架为基础。就是说,教师的教学知识被分类为教学的课程知识、教学的内容知识和教学的方法知识。教师教学知识的来源首先被分类为他的作为学习者的经验、职前培训经验以及在职经验,然后再进一步分为更仔细明确的来源,包括他作为学生时的经验、职前培训、在职培训、(参加)有组织的专业活动、和同事的非正式的(日常)交流、阅读专业书刊、以及自身的教学经验(实践)和反思(详见第3章)。在初步阅读问卷表(主要是开放型的问题20和21)及面谈的文字记录时,如果教师的回答无法用已建立的编码体系分类,则就增加新的类别并给相应的说明。

数据分析有两条基本原则。

第一,数据分析同时运用了定性和定量的方法。定量的方法主要用于来自问卷调查的数据,以求得到有关教师是如何发展其教学知识的一般模式。定性方法主要用于来自课堂听课及面谈的数据,以深入地阐明各教师是如何发展他们具体的教学知识的。(例如,教师在何时、何地及从何人那里学会怎样使用诸如合作学习的方法进行数学教学的?)我认为,这两种方法可相互证实、相互补充。

第二,关注教师的背景对其教学知识发展的影响。为此,我把从问卷表中获得的有关教师的背景信息、特别是他们教学经验的长短,与教师在问卷表中反映的对他们是如何发展其自身的教学知识的评价结果,进行了联系分析。例如特别地,在三组不同的教师中,其中一组教师教数学在16年以上,一组在6至15年之间,以及另一组教5年或更短,他们在看待不同来源(例如,职前培训)对发展他们的教



学知识的重要性上是否存在显著的差异？

相对说来,数据分析所用的统计技术比较简单易懂。关于不同来源在教师教学知识发展中所起作用的一般模式,运用了诸如平均值、标准差、百分比等常用的统计指标进行说明。对数线性模型(log-linear model)被用来更精确地描述不同来源对于教师教学知识发展所起的作用是否存在显著的差异,而 χ^2 检验则被用于检测教师的不同背景对其教学知识发展的影响。



4.5 研究方法的优点和局限

本研究探讨的是教师教育和教师职业发展中的一个重要问题。研究的优点可以从与第2章中所述评的在这一领域中的其他研究相比较而发现。在方法上,本研究与之前大多数的研究工作有三个主要的不同之处:(1)更具明确性——直接针对教师是怎样发展他们在教学专业方面的知识这一问题;(2)更具系统性——考虑了教师的整个生涯,包括他们的职前和在职经验,而不仅仅是教师生涯的一个特别阶段或是教师知识的某种特别来源;(3)更具代表性——研究的对象由相当数量的具有各种不同经验的教师组成,且在主要阶段样本的选取是随机的。

数学教育研究前沿

由于各种因素如时间、经费以及我个人的经历和知识,本研究同其他研究一样,也存在着局限性。虽然研究主要的思想框架可能也可用于各类学科的教师,但本研究的实际对象只局限于高中数学教师,因此研究所得的结果并不一定能适用于其他学科的教师或是其他年级的数学教师。另外,学校样本只限于一个大都市地区最好的公立学校,所以所得结果不能自动地被推至于其他类型的学校,例如市区学校^①或是私立学校;尽管我认为,加以必要的小心谨慎,本研

^① 美国市区学校往往环境设施较差,学生多来自较贫穷家庭,教育质量较低。——中文版注。



究的结论可能也可以用于其他大都市地区中最好的公立学校^①。从这点上来说,类似的针对其他类型的学校和教师的研究将是有意

义的。

最后,必须指出的是,本研究中的所有结果都是根据教师对问卷调查表和面谈的回答而来的,而其最终来自于他们对自己经历的回忆。尽管在问卷表和面谈中,我仔细地设计了刺激和诱因以使教师能尽可能地准确回答问题,但从教师们那里获得的数据资料仍只是关于教师是如何发展他们自身的教学知识的一种指标。教师,像其他成年人一样,可能记得也可能忘记他们是如何学到某一特定的知识的。或者有时候,即使他们记得或是忘记,他们也可能愿意或是不愿意袒露实情。在做调查研究时,我们只能尽量地减少、但永远不可能完全消除这样的问题。尽管如此,我相信教师自己的声音是关于他们如何发展其自身知识的一个不可取代的指标,必须聆听和研究。



4.6

研究方法总结

本研究的中心问题是,教师是如何发展他们自身的教学知识的?为探讨这个问题,我选取了三所优秀高中学校的所有 77 名数学教师作为本研究的对象。这三所中学是用分层随机抽样的方法,从芝加哥大都市区学生平均成绩在 1996 年 IGAP 数学测试中排名前 25 位的学校中选取的。

本研究设计和使用了三种研究工具进行数据资料的收集工作。

第一是一份问卷调查表,由 22 个问题组成。该表根据第 3 章所论述的思想框架而设计。所有三所学校的 77 名数学教师都接受了问卷调查,回收率是 89.6%。

第二是课堂听课,目的在于明确教师在教学中实际展现和运用

^① 我给出了参加本研究的学校和教师的一些总的背景情况,以便有可能被用来与其他学校作比较。



了什么样的教学知识。有9名教师接受了课堂听课,每校各3名:一名是从具有0~5年教学经验的教师中随机选取的,一名取自具有6~15年教学经验的教师,而另一位则取自具有16年以上教学经验的教师。每个教师都有两堂常规课接受了观察听课。

第三是面谈,对9名接受听课的教师和3位数学部主任而进行。对教师进行的面谈主要着重于他们是怎样学到在被听的课中所展现的那些具体的教学知识的;对于数学部主任的面谈则着重于与教师发展其教学知识有关的学校教师职业环境的问题。

数据资料的处理和分析工作包括,对从问卷调查表得来的原始数据进行检查,对从面谈中得来的录音记录整理转译为文字,然后是根据第3章中所讨论的思想框架对所有的数据资料进行分析编码。对来自问卷调查的数据主要采用了定量分析的方法,以获得关于教师是如何发展他们的教学知识的一般模式。与此相对照的是,对从课堂听课和面谈收集的资料主要采用了定性的方法,以深入地阐明特定的教师是如何发展他们具体的教学知识的。

另外,在进行数据分析过程中也探讨了教师的背景对其教学知识发展的影响。



第 5 章

研究的发现(一): 教学的课程知识

第 5 至第 8 章报告的是本博士论文研究的主要发现。根据第 3 章所讨论的本研究的思想框架,第 5、6 和 7 章分别就不同来源对于教师发展他们的“教学的课程知识”、“教学的内容知识”、以及“教学的方法知识”有怎样的贡献,论述了有关的发现。第 8 章没有像前三章那样将教师的教学知识分成上述三种不同的组成部分,而是特别讨论了一些在前三章未能论及的、但与本研究的主题有关的其他方面的问题,对这些问题的讨论有助于我们理解在前三章中所报告的核心发现。

所有这四章所报告的发现都是以从问卷调查和面谈收集到的数据资料为基础的。从课堂听课得到的数据资料则在适当时被用于帮助解释和理解有关的发现。

本章的焦点在于不同的来源对于教师发展他们的教学的课程知识(PCrK)有怎样的贡献。如前所述,教师教学的课程知识是关于教学材料和教学资源的。在本研究中,对教师这方面知识的调查是通过教师的教材知识(主要是关于教科书)、技术知识(主要是关于计算器和计算机/软件)以及其他教学资源知识(主要是关于教辅实物材料)这三部分来展开的。





5.1 教材的知识

对大多数数学教师而言,核心的教学材料,或简称教材,是教科书(或称课本)。但从较广泛的意义上说,教科书也包括了参考书、问题集和其他的材料。事实上,除了教科书的学生版和教师版以外,许多教材的开发者和出版者围绕主要的教科书还推出了各种不同的教学材料。例如,由斯科特·福尔斯曼-艾迪生·韦斯理出版社(Scott Foresman-Addison Wesley)出版的芝加哥大学学校数学设计组(University of Chicago School Mathematics Project,缩写为UCSMP)的中学课本就伴有一系列的教师参考材料,有《课时精要》(Lesson Masters)、《教学辅助精要》(Teaching Aid Masters)、《评定参考》(Assessment Sourcebook)、《技术参考》(Technology Sourcebook)、《答案精要》(Answer Masters)等等^①。看来用“主要教科书”指核心教学材料,用“辅助教科书”指其他的教学材料是合适的。以下我将使用“教科书”一词泛指教学材料。

数学教育研究前沿

教科书对于教师教学的影响已经受到了研究者越来越多的关注(例如,见Krammer,1985;Graybeal,1988;Stodolsky,1989;Sosniak和Stodolsky,1993;Fan和Kaeley,1998)。尽管人们对教科书所产生影响的程度有着不同的看法,但研究者普遍认为教师在他们的日常教学中相当依赖于教科书,他们在很大程度上是依据他们所使用的教科书而决定教什么、怎么教以及给学生布置哪些习题(Robitaille和Travers,1992)。在我看来,由于教科书本身传递了给教师的各种教学方面的信息和导向,教师所使用的教科书对他们教学所产生的影响程度取决于教师对该教

^① 有关UCSMP教材的更为详细的介绍可以用互联网在<http://www2.uchicago.edu/psd/ucsmp>或是<http://www.phschool.com>上找到。



科书实际拥有的知识程度;后者进一步关系到教师怎样获得有关教科书的知识,这正是本研究的一个论题。

问卷调查表的第 18 题是有关教师对教科书的知识的。该问题的第一部分(a)要求每位教师填写在最近教的一个课时中他所教的科目名称、所使用的课本书名以及使用该课本的年数。在 69 位回答了问卷调查表的教师中有 67 名提供了有关的信息(有两名教师没有提供有关信息)。总结见表 5.1。

表 5.1 教师所教的科目

代数	几何	高级代数	微积分预科(包括统计、三角学及离散数学)	微积分
10	22	15	18	2

注: $n = 67$ 。各栏的科目包括了不同水平,例如预备班(针对进度较慢者)、提高班(针对一般的学习者)以及荣誉班。

有 66 名教师使用着 29 种不同的教科书(另有 3 位教师没有提供有关的信息)。有 65 位教师提供了他们使用所说教科书的确切的年数,时间从 1 年(15 位教师)到 10 年以上(2 位教师)不等,其中位值为 3 年,平均数为 3.2 年(标准差为 2.4 年)。

第二部分(b)所针对的是教师对自身关于在第一部分所列的教科书的知识的评价。其结果列在图 5.1 中。

第一部分和第二部分的目的在于为教师回答第三部分(c)提供一种刺激物,同时也给我们考察他们对这部分的回答提供一个背景情况。我们的焦点在第三部分。

第三部分要求教师评价各种不同来源对他们关于在第一和第二部分中所提到教科书的知识有怎样的贡献。表 5.2 给出了教师回答的分布情况。

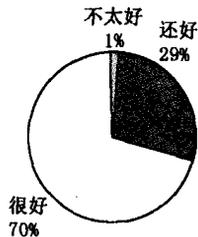


图 5.1 关于所使用教科书的知识

注: $n = 68$; 有一名教师没有提供有关的信息。



表 5.2 给各种来源对其教材知识发展的贡献
作不同评价的教师人数分布

来 源	贡 献 程 度			
	很大	有些	很小	没有贡献
作为学生时的经验	4 (5.9%)	10 (14.7%)	13 (19.1%)	41 (60.3%)
职前培训	1 (1.5%)	7 (10.3%)	14 (20.6%)	46 (67.6%)
在职培训	13 (19.1%)	14 (20.6%)	11 (16.2%)	30 (44.1%)
有组织的专业活动	5 (7.4%)	16 (23.5%)	13 (19.1%)	34 (50%)
和同事的日常交流	36 (52.9%)	20 (29.4%)	10 (14.7%)	2 (2.9%)
阅读专业书刊	2 (2.9%)	6 (8.8%)	16 (23.5%)	44 (64.7%)
自身的教学经验和反思	57 (83.8%)	9 (13.2%)	2 (2.9%)	0 (0%)

注：n = 68。括号内的数字是给出相应评价的教师的百分比。由于舍入关系，各行百分比之和可能不恰为 100%。

从表 5.2 中可以发现两个初步的结果。第一，有各种不同的来源可被教师用来发展他们有关教科书的知识，而且对于不同的教师，发展这种知识的主要来源可能非常不同。第二，从选择“很大”及“有些”这两类肯定性评价的教师的百分比之和来判断，总的来说，教师“自身的教学经验(实践)和反思”(97.0%)，以及“和同事的日常交流”(82.3%)是这些教师获得关于教科书知识的两个最为重要的途径，而“阅读专业书刊”(11.8%)和“职前培训”(11.8%)是最不重要的两种来源。其他三种则具有适度的影响，其中对“在职培训”持肯定性评价的教师为 39.7%，“有组织的专业活动”为 30.9%，而“作为学生时的经验”则占到 20.6%。

依据教师在第三部分中所作评价的平均值，图 5.2 给出了一个关于不同来源对教师教科书知识贡献的总体性比较。

根据图中所显示的教师平均评价价值，我们可以看到各种来源对



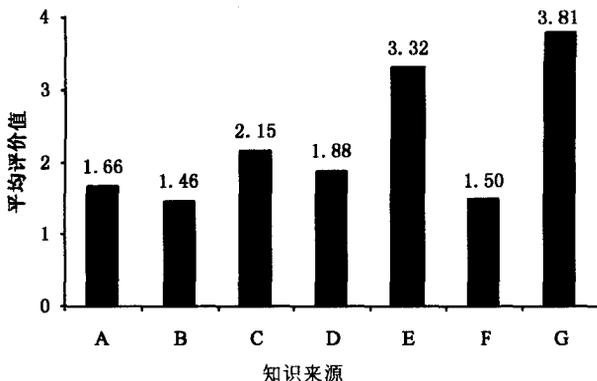


图 5.2 关于不同来源对教师教材知识的贡献之比较

注:(1)各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。(2)图中使用的序数量值为:4=很大,3=有些,2=很小,1=没有贡献。

教师发展其教科书知识的重要性从大到小依次为,教师“自身的教学经验和反思”(3.81)、“和同事的日常交流”(3.32)、“在职培训”(2.15)、“有组织的专业活动”(1.88)、“作为学生时的经验”(1.66)、“阅读专业书刊”(1.50)、“职前培训”(1.46),这与由表 5.2 得出的结果是一致的。

在上述对数据初步分析的基础上,本研究运用对数线性回归模型对数据作了进一步的分析。附录 G 表 G.1 显示了使用 SAS 中“PROC LOGISTIC”过程得到的主要结果,包括给出了参数估计值(最大似然估计)和对估计值的统计检验^①。

根据附录 G 表 G.1 中所显示的参数估计值,各种来源对教师教科书知识发展的重要性顺序依次为,教师“自身的教学经验和反思”

^① 自 1970 年代起,对数线性回归模型已为越来越多的研究者们用于分类数据的分析。一些近来介绍对数线性模型的著作包括 Christensen(1997)、Long(1997)、Agresti(1996)、Sobel(1995)、Ishii-Kuntz(1994)、Everitt(1992)和 Agresti(1990)。



(G: -4.0523)、“和同事的日常交流”(E: -2.5298)、“在职培训”(C: -0.4284)、“有组织的专业活动”(D: 0)、“作为学生时的经验”(A: 0.4551)、“阅读专业书刊”(F: 0.7346)以及“职前培训”(B: 0.8491)。

各种来源的重要性依据上述模型而得到的顺序与根据教师对各种来源之贡献的平均评价所揭示的是相同的。

此外,表 G.1 中 $Pr > \chi^2$ 的值表示 Wald χ^2 检验的统计值的显著水平,该统计值是对应的参数估计与其标准差之比的平方。 $Pr > \chi^2$ 的值说明了相应参数是否等于零(即解释性变量是否对被预测的概率或者此处说教师选择的倾向性有影响)。由此,我们可以看到,与“有组织的专业活动”相比较^①,教师“自身的教学经验和反思”及“和同事的日常交流”在统计检验的 0.05 水平上显著地具有更大的重要性;他们的“在职培训”及“作为学生时的经验”与“有组织的专业活动”有相同的重要性,而“阅读专业书刊”及“职前培训”的重要性则显著地要少于“有组织的专业活动”。

现在让我转而探讨教师教学经验的长短与他们就不同来源对于他们教科书知识贡献做出的评价之间有怎样的相关性。如前面提到,所有的教师都被分为三组:“教组一”包含具有 0~5 年教龄的教师,“教组二”为 6~15 年,而“教组三”是 16 年以上(16+)教龄的教师组。在此基础上,我使用了描述性的统计量,即教师的评价平均值,来测量这三组教师的总体评价,并运用 χ^2 检验考察在不同组中是否存在显著性差异。

图 5.3 显示的是三组教师就不同来源对于他们教科书知识所起作用(贡献)给出的平均评价;而表 5.3 列出的则是三组教师对每一种来源对于他们教科书知识所起作用给出不同的评价的实际人数分布,以及对每一种来源所作的相应的 χ^2 检验结果。

① 我们在模型中设定 $D = 0$ 。



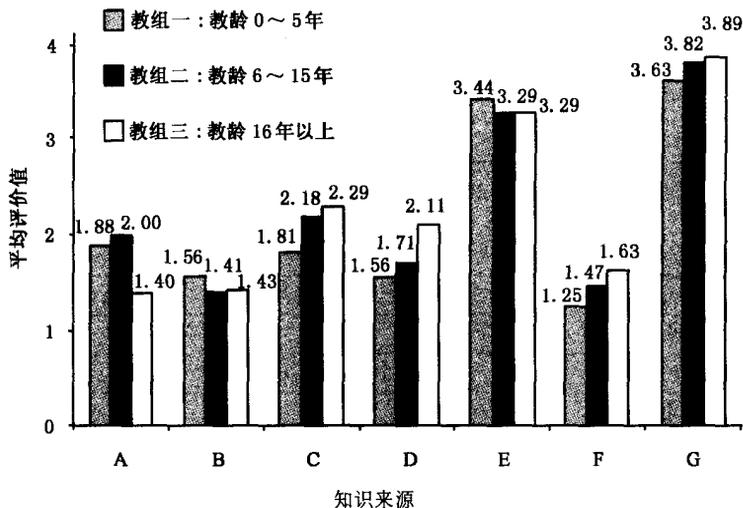


图 5.3 三组教师关于不同来源对其教材知识的贡献所作平均评价之比较

注:(1)各知识来源的代号是,A = 作为学生时的经验,B = 职前培训,C = 在职培训,D = 有组织的专业活动,E = 和同事的日常交流,F = 阅读专业书刊,G = 自身的教学经验和反思。(2)图中使用的序数量值为:4 = 很大,3 = 有些,2 = 很小,1 = 没有贡献。

从图 5.3,我们可以看出这三组教师对每一种来源的平均评价在总体上十分相近。这从表 5.3 显示的 χ^2 检验的 p 值得到证实,因为对于每一来源来说,这三组教师在不同评价上的人数分布并没有显著性差异。换句话说,教师教学经验的长短并不显著影响到他们是如何看待不同来源对其教科书知识发展的重要性(贡献)的。

表 5.3 给各种来源对其教材知识发展的贡献作不同评价的教师按组别人数分布

来源 A:作为学生时的经验

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	1	2	1	4
有些	4	4	2	10
很小	3	3	7	13



(续表)

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
没有贡献	8	8	25	41
合 计	16	17	35	68

 χ^2 检验: $\chi^2 = 7.0547$ $df = 6$ $p = 0.3158$

来源 B: 职前培训

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	0	0	1	1
有 些	3	2	2	7
很 小	3	3	8	14
没有贡献	10	12	24	46
合 计	16	17	35	68

 χ^2 检验*: $\chi^2 = 1.2410$ $df = 4$ $p = 0.8713$

来源 C: 在职培训

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	0	4	9	13
有 些	5	3	6	14
很 小	3	2	6	11
没有贡献	8	8	14	30
合 计	16	17	35	68

 χ^2 检验: $\chi^2 = 5.7688$ $df = 6$ $p = 0.4496$

来源 D: 有组织的专业活动

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	0	1	4	5
有 些	3	3	10	16
很 小	3	3	7	13
没有贡献	10	10	14	34
合 计	16	17	35	68

 χ^2 检验: $\chi^2 = 4.3000$ $df = 6$ $p = 0.6362$


来源 E: 和同事的日常交流

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	9	10	17	36
有些	5	3	12	20
很小	2	3	5	10
没有贡献	0	1	1	2
合计	16	17	35	68

χ^2 检验: $\chi^2 = 2.5001$ $df = 6$ $p = 0.8685$

来源 F: 阅读专业书刊

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	0	0	2	2
有些	0	3	3	6
很小	4	2	10	16
没有贡献	12	12	20	44
合计	16	17	35	68

χ^2 检验: $\chi^2 = 6.8552$ $df = 6$ $p = 0.3344$

来源 G: 自身的教学经验和反思

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	12	14	31	57
有些	2	3	4	9
很小	2	0	0	2
没有贡献	0	0	0	0
合计	16	17	35	68

χ^2 检验**: $\chi^2 = 7.0900$ $df = 4$ $p = 0.1312$

* 为使用 χ^2 检验, 这里的第 1 和 2 行被合并为一行, 因为原 4×3 表格有三项期望频率小于 1。而合并后的 3×3 表格则适当地符合使用 χ^2 检验的通常假定条件^①。

** 因为这里最后一行中各项都为零, 不能直接使用 χ^2 检验。这里的结果是将该检验运用于表中的不包括最后一行的部分得到的。

① 例如, 见 Peers(1996), 及 Moore 和 McCabe(1993)。



与问卷调查数据相比较,对9名教师的面谈所揭示的关于不同来源是如何促进教师教科书知识的实证依据具有更强的专门性和情景性。

在面谈中,所有9名教师都首先被询问了他们是如何发展他们在被观察的课上所使用的教科书的知识的。当不清楚他们是否已描述了所有与发展其知识有关的来源时,他们会再被询问是否具有其他的来源,以确保他们尽可能完整地给出所有的来源。同样的面谈方法也被用于在本章后面及以后几章中将进行讨论的、有关教师在其他方面(如关于技术的、关于教辅实物材料的等等)的知识。

下面根据每一种来源,分别描述教师对面谈问题所做的回答。有时一些引文,特别是在括号中的那些,并不特别针对被讨论的那种来源;相反,这里引述它们的原因是为了提供一种背景情况。

作为学生时的经验。只有一位教师(B1)称他自己作为一名(中小)学校学生时的经验是其关于在被观察的课中所用教科书的知识的一种来源。这位教师有两年的教学经验。以下是摘自面谈者(我自己)和那位教师间所进行面谈的记录的一个片段^①。所谈论的教科书是《几何:乐趣和挑战》,作者为罗德(Rhoad)、米劳斯凯斯(Milauskas)和惠普尔(Whipple)(1991)。

面谈者:我注意到你选择了不同于课本的例子和课堂练习,而且布置的习题也与课本不同。我想你对这一课本相当了解。所以我的问题是,你是如何获取你的关于该教科书的知识的,例如关于该教材的结构、课时、安排、练习及包括的问题?

教师 B1:是这样的,实际上这本书正是在我在念高中几何时所使用的教科书。因此我对它是相当熟悉的。……我在14年前也就是1984年念书时用了该课本。

^① 为节省篇幅并将行文焦点集中于研究问题上,本博士论文对所有取自原始记录中的引文都做了必要的压缩。



面谈者:这可能是一个新的版本。

教师 B1:是的,是一个更新的版本。但只是版本不同而已,有很多逐字逐句都还是相同的。

这是该教师第一次教这本教材。其他被提到的来源是“自己阅读该课本”。

看起来清楚的是,教师作为学生时的经验是否有助于其教科书的知识取决于他所教用的课本与他所学用的课本的关系。如果两者相同^①,作用就大;如果有密切关系,如上述情况中的早期版本和后期版本,则也有相当作用。但是,如果两者不同,就没有什么作用了;教师必须依赖于其他的来源以发展他们对他们所要教的课本的知识。由于在美国,存在着如此之多的可用的课本,而且课本的变化也相对迅速,因此除了几个特例外,教师、特别是年长的教师,很少会教他们以前所学的教科书的。这可能可以解释,为何大多数接受面谈的教师没有将他们作为学生时的经验当作他们关于所教的教科书的知识的一种来源。

职前培训。只有一名教师(A1)回答说她的职前培训经历有助于她发展对于教科书的知识。在强调和同事的日常交流的重要性的同时(见本节的后面部分),她解释了她的职前培训经历是如何有助于她取得对不同教科书的知识的:

教师 A1:我在大学里做了一些[与教科书有关的]工作。我们一些人结合在一起。我们有如4个学生的一个工作小组。我们必须对数学教科书做出一个评价表,确定什么是我们喜欢的、什么是我们所不喜欢的。有些是我们认为不错的,有些是我们认为不理想的。我们必须将它们写下来。一旦我们做出了评价表,我们就选择一天,在屋子里放一大堆书,我们必须浏览这些书并对它们做出评价。而

^① 这在某些国家(如中国)尤为如此。我在中国学和教了多年,过去在整个国家中曾经只有一套教科书,而且其变化缓慢。



这有助于我发现那些我愿意运用到我的课堂中去的好的想法,以及一些教科书中所讲到的但却可能无甚价值的东西。

所以这类事情对我有帮助。

没有其他的教师将职前培训经历列为他的关于所在教的教科书的知识的一种来源。

在职培训。根据问卷调查数据,只有少数教师接受了针对于教科书和其他教学资源的在职培训,在最近五年中其百分比为 21.7% (可参见第 8 章,第 195 页)。这在很大程度上与面谈数据是一致的。面谈的情况表明,多数教师没有接受过针对他们所要教的教科书的在职培训。只有一名教师(B3)指出参加专业性培训对提高她的教科书知识是有帮助的。

[在教师 B3 将她自身的教学经验和反思作为她自身发展有关教科书和教学材料知识的主要来源后]

面谈者:还有任何其他来源吗?

教师 B3:对了,我的其他来源有时是(同事),还有是在暑期中,我去了讲习班。这个暑假,我就去伊利诺伊州立大学参加了两个班。有时我也去到尚佩恩^①。他们会有一些关于教科书或是教学策略的内容。有时是关于代数的,有时是几何,有时是计算器。

有组织的专业活动。一名使用改革型课本——《微积分:概念与应用》(Foerster,1998)的教师(B2)提到她在过去的一年中参加了两到三个不同的会议,并在刚过去的那个夏天参加了一个为期一周的有关微积分改革^②的项目,那些经历对于她发展关于教学中所使用的教改型课本的知识是有帮助的。在所有被面谈的教师中,只有她

^① 尚佩恩(Champaign)是伊利诺伊大学(University of Illinois)的所在地之一。——中文版注。

^② 美国大学微积分教学自 1980 年代中期起发起了大规模的改革运动,其影响也波及高中的微积分教学。有兴趣的读者可参见:李秉彝,范良火.美国大学微积分教学改革进展述评.数学教育学报,1993,2(1):11~16——中文版注。



承认有组织的专业性活动是发展有关教科书知识的一种来源。

看来没有多少教师将参加有组织的专业性活动列为他们对于教科书知识的一种来源的原因是,为教师组织的针对教科书的这类专业性活动并不多。

和同事的日常交流。在9名教师中有6位指出他们从同事那里得到了有关自己所教的教科书的知识。

下面是面谈者和教师A1间的一段讨论,是有关她对教科书中某一特定内容:速度和速率的专门性知识和对教科书《代数1:一种综合性方法》(Larson, Kanold 和 Stiff, 1995, 第62~67页)的一般性知识的。

面谈者:在我观察的代数课上,教科书中有“例题6:求出速度和速率”。但你在课上却没有提到。这是否是因为你没有足够的时间呢?

教师A1:有一点。更主要是因为以后的代数课中速率和速度方程还会再次出现。……

面谈者:你是怎么知道这个内容还会在课本中再次出现的呢?

教师A1:因为我以前曾教过这本书。我有经验。

面谈者:但如果是你第一次教这本书呢?

教师A1:那么我的同事们会告诉我这一点:现在不用担心这一内容;在第四章中我们还会碰到这个内容的。

……

面谈者:你是如何发展你有关教科书的一般知识的?

教师A1:(我在大学里做了一点。……^①)。此外,我还必须提到我从同事那里也学到了不少,他们已经通读过了课本,因此就能够说出一些东西给你。第一次读课本看到速度时,我并不知道以后还会再次出现。但他们会告诉

① 参看前面有关职前培训的内容。



你这一点,我们以后还可以再教。

教师 C1 被听的课是微积分预备课和代数课,两门课他都是头一年教。他几次提到他从他的同事那里得到了有关教科书的知识,微积分预备课用的是 UCSMP 的《微积分预备和离散数学》(Peressini, Epp, Hollowell, Brown, Ellis, McConnell, Sorteberg, Thompson, Aksoy, Birky, McRill 和 Usiskin, 1992),而代数课用的是 UCSMP 的《代数》(McConnell, Brown, Usiskin, Senk, Widorski, Anderson, Eddins, Feldman, Flanders, Hackworth, Hirschhorn, Polonsky, Sachs 和 Woodward, 1996)。

面谈者:该课程(微积分预备课)的目的是谁设定的?

教师 C1:是学校,数学部。

面谈者:你是怎么知道那些目的的呢?

教师 C1:是这样。教科书中每一课都有它的基本目标。我们要决定我们要教书中的哪些课。……在我做决定时,我就去问以前教过的一位老师。他教这书已经有几年了。他说,是这样,就章节和内容来说,这是我们教的先后顺序。这本书很好的一个地方是列出了良好的目标。但有时我感到该书也跳过了一些学生所需的代数概念或者阐述得没有足够充分。而只是做了简略提及。

面谈者:你是怎么知道这些的?

教师 C1:对了。我是由其他老师告诉我的。但我也注意到这些学生缺乏一些代数技能。

……

面谈者:你怎样发展对这些教科书的大致的知识?

教师 C1:首先我在暑期里阅读了它们。……现在当你再接触它们时,你会看着概念并且问自己,好吧,那是否是一个关键的概念呢?对于那种知识,我现在主要依赖于其他的教师,因为我对此还没有很深的感受。……

面谈者:所以你和你的同事交换有关课本的知识?



教师 C1:是的。我提到一些——如我所说的,去年当我得知我将要教这门课时,我就去咨询了去年已在教这门课的老师,与他们进行讨论,哪些是关键的概念?要教到哪些章节?……

其他4位在上面没有被引述到的教师也回答说他们从和同事的交流中学到了有关教科书的知识。

阅读专业书刊。没有一个接受面谈的教师明确地将“阅读专业书刊”描述为是他们获得关于所使用的教科书的知识的一种来源。将此与问卷调查所得的结论相比较,我们可以相当肯定这一项绝不是一种主要的来源。我想这可能有两个原因。一个是教师们并不经常阅读专业书刊(详见第8章);另外是教师能接触到的专业性杂志和书籍,例如《数学教师》^①,通常是用于探讨数学内容方面和一般的教学问题,而非教科书方面。

自身的教学经验和反思。教师 B1 和教师 C1 在我听他们课时都是第一次教所在使用的教科书,除了这两名外,其余接受面谈的教师都指出他们自身的教学经验和反思促进了他们关于教科书的知识。

下面是对教师 A3 和教师 B3 的面谈摘录,他们相对其他接受面谈的教师在这个问题上给出了较为详细的说明。

教师 A3 教数学已有 20 多年。我听她教的其中一节课是微积分;课本是《微积分和解析几何》(Larson, Hostetler 和 Edwards, 1994)。另一节是几何荣誉班的课;课本是《几何:乐趣和挑战》(Rhoad 等, 1991)。谈话从微积分课开始。

面谈者:你是如何获得关于教科书的一般的知识的?

教师 A3:我已经用过很多课本教微积分。这次可能已经是第五本了。所以我已经见过相当多课本。

面谈者:那么几何呢?

^① 英文原名是 *Mathematics Teachers*, 是美国全国数学教师协会主办的在美国数学教师中最有影响的刊物之一。——中文版注。



教师 A3:实际上,在 18 年前我是教几何的。我已经有很长的一段时间没有教几何了。我只是在三年前又重新开始教几何的。我想说,由于教了几何后面的那些数学课程,我对几何的认识已经改变了。

面谈者:所以你的意思是你从你的教学经验中学到了那些?

教师 A3:是的。

面谈者:你是否也从其他的来源中得到关于课本的知识呢?

教师 A3:没有。我并不十分仔细地阅读课本。

面谈者:但是你却知道什么是好的、什么不怎么好、课本的局限在哪里,对吗?

教师 A3:是的。

面谈者:那么你知道的这些是从你的经验中得来的吗?

教师 A3:经验。是的。我有很多经验。我已经教 22 年了,所以我有丰富的经验。

教师 B3 具有 27 年的教学经验。接受听课的两堂课都是几何课,一个是能力较低学生的班级,而另一个是正常的班级。两堂课使用的是同一本教材:《几何:乐趣和挑战》(Rhoad 等,1991)。这位教师解释了她是如何从她的经验中发展她自身有关教科书的知识的。

面谈者:在我所听的课中,我注意到你使用了不同于课本的例题和问题,不过你也布置了一些课本中的问题给学生。你一定有某种关于课本的知识。我的问题是,你是如何发展这类知识的?

教师 B3:我教这门课已经不止一次了。这本书对我来说并不陌生。所以在我知道这本书是什么样的之后,我就知道在哪些问题上去年的学生是有困难的。

面谈者:这些都是从你自己的经验中得来的吗?

教师 B3:这是从我前一年的教学经验中得来的。前一



年在我教这门课时,我就在课本上做了记录,或者实际上是在我的作业纸上,就如你可能已经注意的那样。……当我知道某个题目对我的班级产生困难时,我就会把这个题目圈起来。在下一年中,我就确保(在教学中)特别注意那些使每个人都感到挫折的真正的难题。

面谈者:你教这本书已经有几年了?

教师 B3:可能有三年了吧。

面谈者:所以这和你第一次教有所差异?

教师 B3:通常是。这也就是为什么我认为让一个教师在教了一年以后再也不教这门课是极其糟糕的。因为他们学到的和思考过的东西无法得到再次使用。比如这是书本中较差的一个题目:这题出得很傻。你知道,有时候只有直到你将一个问题讲解后,你才会知道该题目有多差,学生会感到有多困惑。现在在大多数课本里,他们会建议要给(学生讲)什么。我不知道你是否看过该教师用书。

面谈者:没有。我没有看过。

教师 B3:它们结合题目会给出一些建议。在第一年时我通常会依照这些建议。但是在照着这些建议做之后,多数时间我并不喜欢所给问题的质量,也就在这时我开始给出额外的(习题)纸。现在幸运的是,因为我是老教师,即使我开始用一本新的教材,我也有从以前教过的书中得到的一些资料。我没有扔掉任何东西。所以比方说到了下一年,人们不再想要这本书,我们就会有一本新书,但几何还是几何。只是这本书的第4章,可能成为那一本书中的第2章。尽管题目并不对应,各章还是对应的。经验还是有用的。

面谈者:所以我是否能说你自己的教学经验和有关如何使用课本的反思对你现在来说是一个主要的来源?

教师 B3:绝对是。

面谈者:还有任何其他的来源吗?



教师 B3:对了,我的其他来源有时是[和同事的日常交流和参加暑期讲习班]。

其他来源。除了上面所讨论的以外,面谈还揭示出有另两种其他来源的存在。这两种来源在第3章建立的思想框架中原先没有被特别指出。

第一种来源是“阅读教科书”。不用多说,教师可以从阅读课本得到有关的知识,例如阅读某章就可以大致地了解这一章的结构。在面谈中,并非所有的教师都专门将“阅读教科书”作为是他们有关教科书的知识的一种来源,而且有两名教师甚至明确地指出他们通常不怎么阅读课本,因为他们以前已经教过这些书了。虽然如此,有5位教师强调说当他们第一次教一门课时,阅读课本对他们了解该课本是非常重要的。请看其中几位教师是如何说明的。

面谈者:你是如何得到所有这些有关教科书[微积分]的知识的?

教师 B2:再说一次,我所做的是,在这个暑期里我用了三个月的时间在这本书上。我通读了微积分课本中的每一节,对每一节我做了大量的题目,从中了解到它是如何展开的。所以,这是我所做的第一件事情。我就好像是个学生一样通读整本书并亲自做了其中的题目。

.....

面谈者:你是如何发展有关教材(一本 UCSMP 的教科书)的知识的?

教师 C2:是这样,我读了[该教科书的]教师版。我的工作经历[见 87 页的中间部分]帮助了我,因为我帮助编写了那本教科书,但那是次要的。问题是我不能完全地记住每一件事情。底线就是读教师版课本。

.....

教师 B3:.....但是如果那是全新的一本书,那么在暑期里,我就会先坐下来阅读每一章的开始部分。在课本的



教师版中,它们会提到教好学生要多长的时间。接下来我就会在暑期里排出授课计划。那并不是说它们就将固定不变,但这能给我提供一个大致思路。

清楚的是,“阅读课本”对于那些第一次教某一课本的教师来说具有特别的重要性,不过在他们以后的每一次教学中仍是有帮助的。因为从某种意义上说这是教师在教某一课本时同时发生的经历,我相信在本研究的背景中将它视为一种教师“自身的教学经验和反思”是恰当的。

第二种来源是特别地从教师 C2 中发现的。她曾经在一家出版社做过中学数学教材的编辑。因此她指出她的这种“工作经历”是她关于教科书知识的一种重要来源。但是,应当指出的是,不仅在参加教学工作之前有过其他类型的工作经历的教师为数很少,而且可以理解,这种“工作经历”与学校教科书很可能没有什么关系。所以教师 C2 的情况是十分不寻常的。虽然如此,这却提醒我们,不同的教师在发展他们有关教科书的知识上确实存在有不同的来源。

表 5.4 总结了面谈中有关该问题的数据。

表 5.4 来自面谈材料的教师关于教材知识的来源

来源	A	B	C	D	E	F	G	其他
教师 A1		是			是		是	
教师 B1	是							阅读课本
教师 C1					是			阅读课本
教师 A2					是		是	
教师 B2				是	是		是	阅读课本
教师 C2					是		是	阅读课本;其他工作经历
教师 A3							是	
教师 B3			是		是		是	阅读课本
教师 C3							是	
总计	1	1	1	1	6	0	7	

注:各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。

概括本节内容,从问卷调查和面谈的数据可清楚地看到,教师在



发展他们关于教科书的知识上有着各种不同的来源。但是,在总体上,最为重要的来源是教师自身的教学经验和反思、以及他们和同事之间的日常交流;教师参加有组织的专业活动、在职培训和作为学生时的经验是第二等重要的来源;而他们阅读专业书刊,以及职前培训却是最不重要的来源。从统计上说,这三类来源对于教师关于教科书知识的贡献是显著不同的。更进一步地,教师的教学经验(长短)并不显著地影响他们对这些来源对其教科书知识所起作用的评价。



5.2 技术的知识

在本研究中,我依照 NCTM 的“标准”使用技术的定义。在 NCTM 的“标准”中,“技术”被定义为是教师在他们的课堂教学中所需的教学资源之一,最普通也最重要的是计算器和计算机(计算机软件)。不过,有些研究者也将“技术”很好地定义成“电子软件和硬件”(例如,见 Heid,1997)。下面,我在提到技术时主要是针对计算器和计算机。毋庸置疑,正是这种计算的技术对于学校数学中教什么和如何教这两方面产生了非常大的影响(关于该问题的较全面的回顾综述,见 Kaput,1992)。

从某种意义上说,教师关于技术的知识可以分为两部分:关于技术本身的知识 and 关于在教学中如何运用技术的知识。但是,在我下面报告本研究的发现时,我一般将教师关于技术的知识的这两个部分都包含在教师教学的课程知识当中。主要的原因是,尽管任何人(不一定是教师)都可以拥有这第一部分的知识,且它可以独立于第二部分而存在,但第二部分却不能独立于第一部分。换句话说,一个教师不太可能只知道怎样运用技术(例如,一台作图计算器)教数学但却对该技术本身一无所知。对教师而言,这两个部分是紧密联系而很难分开的。事实上,在本研究中一个接受面谈的教师曾明确地指出在她参加的有关技术的研讨班中,他们“不仅教你如何使用计算器,而且还让你有机会讨论什么是适合于课堂的”。



问卷调查表中问题 16 的第一部分(a)问的是教师在该学年中怎样经常使用计算机和计算器。表 5.5 描述了从教师样本中得到的结果。结果表明所有教师至少有时 would 用到计算器,50%多一点的教师还在课堂上用到了计算机。使用计算器和使用计算机的教师 in 百分比上的差异是相当大的。

表 5.5 教师在数学课堂上使用计算器和计算机的频率

	从不	极少	有时	大多数时候	总是
计算器 ($n = 69$)	0 (0%)	0 (0%)	5 (7.2%)	27 (39.1%)	37 (53.6%)
计算机 ($n = 68$)	3 (4.4%)	29 (42.6%)	29 (42.6%)	5 (7.4%)	2 (2.9%)

对本研究而言更为重要的是该问题的第二部分(b),它问教师不同的来源对他们关于如何运用技术进行数学教学的知识起到多大的作用。表 5.6 显示的是教师对不同的来源对他们发展关于技术的知识所起作用的评价的分布。

表 5.6 给各种来源对其关于怎样运用技术进行数学教学的知识发展的贡献作不同评价的教师人数分布

来 源	贡 献 的 程 度			
	很大	有些	很小	没有贡献
作为学生时的经验	2 (3.0%)	12 (17.9%)	18 (26.9%)	35 (52.2%)
职前培训	1 (1.5%)	13 (19.4%)	15 (22.4%)	38 (56.7%)
在职培训	35 (52.2%)	24 (35.8%)	5 (7.5%)	3 (4.5%)
有组织的专业活动	20 (29.9%)	33 (49.3%)	10 (14.9%)	4 (6.0%)
和同事的日常交流	46 (68.7%)	17 (25.4%)	4 (6.0%)	0 (0%)
阅读专业书刊	2 (3.0%)	21 (31.3%)	26 (38.8%)	18 (26.9%)
自身的教学经验和反思	49 (73.1%)	17 (25.4%)	1 (1.5%)	0 (0%)

注: $n = 67$ 。括号内的数字是给出相应评价的教师的百分比。由于舍入关系,各行百分比之和可能不恰为 100%。



根据表 5.6,我们再次可以发现教师在发展他们关于技术的知识上有各种不同的来源。但是,从选择“很大”和“有些”这两类肯定性评价的教师的百分比之和来看,教师获取关于技术的知识有两个最为重要的来源,与他们获取关于教科书的知识一样,是教师“自身的教学经验和反思”(98.5%),以及“和同事的日常交流”(94.0%);“在职培训”(88.6%)和“有组织的专业活动”(79.1%)也得到了高度肯定;而“阅读专业书刊”(34.3%)、“作为学生时的经验”(20.9%)和“职前培训”(20.9%)被认为是最不重要的来源。

图 5.4 给出了有关这些来源的一种比较。

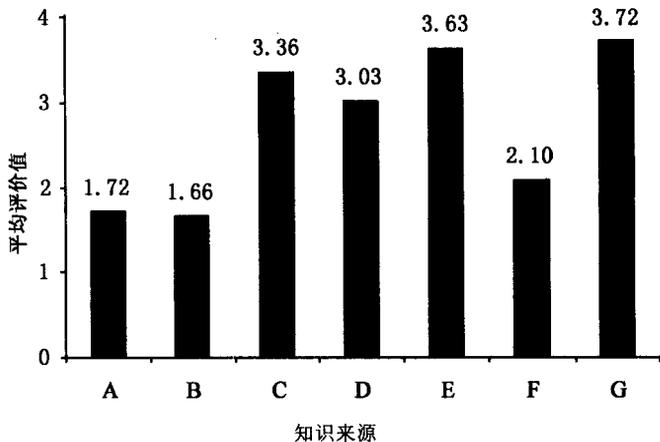


图 5.4 关于不同来源对教师技术知识的贡献之比较

注:(1)各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。(2)图中使用的序数量值为:4=很大,3=有些,2=很小,1=没有贡献。

从图 5.4 可见,总的说来,这些不同来源对教师发展他们关于技术的知识从最重要到最不重要的顺序为:“教师自身的教学经验和反思”(3.72)、“和同事的日常交流”(3.63)、“在职培训”(3.36)、“有组



织的专业活动”(3.03)、“阅读专业书刊”(2.10)、“作为学生时的经验”(1.72)以及“职前培训”(1.66),和预期的一样,它与表 5.6 所揭示出的结果是相一致的。

对数回归模型再次被用于对收集到的数据进行分析。主要的结果包含在附录 G 的表 G.2 中。

根据表 G.2 所示的模型的参数估计,我们可以看到这些来源对教师技术知识发展的重要性依次为:“教师自身的教学经验和反思”(G:-1.9138)、“和同事的日常交流”(E:-1.6493)、“在职培训”(C:-0.9082)、“有组织的专业活动”(D:0)、“阅读专业书刊”(F:1.9272)、“作为学生时的经验”(A:2.7950)以及“职前培训”(B:2.9424)。这一从上述对数线性回归而得到的顺序与根据教师对各来源所起作用的平均评价(见上述图 5.4)所显示的结果是相同的。

同时,从表 G.2 中 $Pr > \chi^2$ 的值来看,我们可以确定,相对“有组织的专业活动”而言,“教师自身的教学经验和反思”、“和同事的日常交流”和“在职培训”在 0.05 的水平上显著地(比“有组织的专业活动”)更为重要,而“阅读专业书刊”、“作为学生时的经验”以及“职前培训”则在 0.05 的水平上显著地更不重要。

如同对关于教科书知识的分析一样,关于教师的教学经验是如何与他们对不同来源对于他们的技术知识所起作用的评价相关这一问题,也得到了分析,具体是比较三组不同教师的平均评价,以及对三组教师就每种来源在他们的有关技术的知识的发展中所起到的作用给出不同评价的教师人数的详细分布使用 χ^2 检验。

图 5.5 显示了平均评价的比较。

根据图 5.5 中所示的平均评价,我们可以看到三组教师对于来源 A(“作为学生时的经验”)和来源 B(“职前培训”)存在着相对较大的差异,而对于其他来源的差异看来就小些。现在让我们进一步考察这三组中有不同评价的教师人数的实际分布,并运用 χ^2 检验分析这三组教师的评价是否存在着统计上的显著差异。表 5.7 显示了



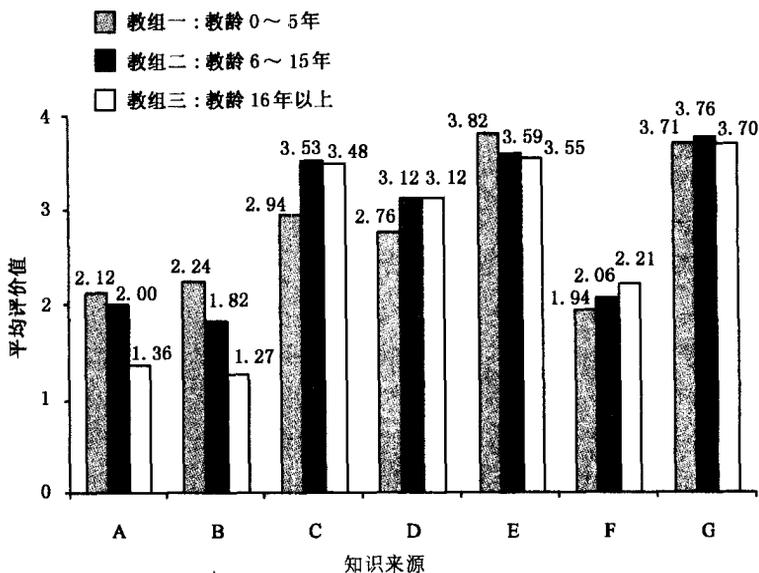


图 5.5 三组教师关于不同来源对其技术知识的贡献所作平均评价之比较

注:(1)各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。(2)图中使用的序数量值为:4=很大,3=有些,2=很小,1=没有贡献。

对数据进行统计处理所得的结果。

表 5.7 给各种来源对其技术知识发展的贡献作不同评价的
教师按组别人数分布

来源 A:作为学生时的经验

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	1	1	0	2
有些	4	5	3	12
很小	8	4	6	18
没有贡献	4	7	24	35
合计	17	17	33	67

$$\chi^2 \text{ 检验}^*: \chi^2 = 13.7867 \quad df = 4 \quad p = 0.0080^+$$



来源 B: 职前培训

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	1	0	0	1
有些	7	4	2	13
很小	5	6	5	16
没有贡献	4	7	26	37
合计	17	17	33	67

χ^2 检验*: $\chi^2 = 16.9406$ $df = 4$ $p = 0.0020^+$

来源 C: 在职培训

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	7	10	18	35
有些	5	6	13	24
很小	2	1	2	5
没有贡献	3	0	0	3
合计	17	17	33	67

χ^2 检验: $\chi^2 = 10.2578$ $df = 6$ $p = 0.1135$

来源 D: 有组织的专业活动

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	3	4	13	20
有些	9	11	13	33
很小	3	2	5	10
没有贡献	2	0	2	4
合计	17	17	33	67

χ^2 检验: $\chi^2 = 5.7757$ $df = 6$ $p = 0.4489$

来源 E: 和同事的日常交流

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	15	12	19	46
有些	1	3	13	17



(续表)

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很小	1	2	1	4
没有贡献	0	0	0	0
合计	17	17	33	67

 χ^2 检验** : $\chi^2 = 8.4845$ $df = 4$ $p = 0.07754$

来源 F: 阅读专业书刊

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	0	1	1	2
有些	4	4	13	21
很小	8	7	11	26
没有贡献	5	5	8	18
合计	17	17	33	67

 χ^2 检验* : $\chi^2 = 2.0715$ $df = 4$ $p = 0.7226$

来源 G: 自身的教学经验和反思

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	13	13	23	49
有些	3	4	10	17
很小	1	0	0	1
没有贡献	0	0	0	0
合计	17	17	33	67

 χ^2 检验** : $\chi^2 = 3.7850$ $df = 4$ $p = 0.4359$

* 对于来源 A、B 和 F, 为使用 χ^2 检验, 这里的第 1 和 2 行被合并为一行, 因为原 4×3 表格有三项期望频率小于 1。而合并后的 3×3 表格则适当地符合使用 χ^2 检验的通常假定条件。

** 对于来源 E 和 G 来说, 因为最后一行中各项都为零, 不能直接使用 χ^2 检验。这里的结果是将该检验运用于表中的不包括最后一行的部分得到的。

+ 在 0.05 的水平上显著。

有意思的是注意, 与图 5.5 中表示的描述性统计量存在着相当的一致性, 上述表格所报告的 χ^2 显著检验的结果表明三个组别的教



师给“在职培训”、“有组织的专业活动”、“和同事的日常交流”、“阅读专业书刊”以及“自身的教学经验和反思”对他们技术知识的贡献做出的评价在统计上是相同的。而同时,他们对其他两种来源即“作为学生时的经验”和“职前培训”的贡献却存在着显著不同的看法。

对教组一和教组二、教组一和教组三以及教组二和教组三进一步使用 χ^2 检验,结果显示对这两种来源的每一种,在0.05的水平上存在着显著差异的是教组一和教组三(关于“作为学生时的经验”, $\chi^2 = 11.8028, df = 3, p = 0.0081$;关于“职前培训”, $\chi^2 = 14.4773, df = 3, p = 0.0023$),以及教组二和教组三(关于“作为学生时的经验”, $\chi^2 = 6.2417, df = 2, p = 0.0441$ ^①;关于“职前培训”, $\chi^2 = 7.3273, df = 2, p = 0.0256$ ^②),而在教组一和教组二之间却没有显著的差异(关于“作为学生时的经验”, $\chi^2 = 2.2626, df = 3, p = 0.5197$;关于“职前培训”, $\chi^2 = 2.5515, df = 3, p = 0.4661$)。

考虑教师对这两种来源的评价在人数上的分布,我们可以看到教组一和教组二中认为这两种来源对他们技术知识有着“很大”或是“有些”贡献的教师要显著地多。更一般地说,具有较少教学经验的教师比起那些具有较长期教学经验的教师对这两种来源有更高的评价。

在我看来,上述结论清楚地反映了这样一个事实,即具有较短教学经验的教师在上中小学和大学时有更多的接触技术的机会,因为大致上他们完成中小学及大学教育的时间应相对更近一些,而与从前相比,此时的技术已较普及和先进。这一事实在面谈中也为一些教师所指出。

所有接受听课的9名教师在被听的其中一堂或是两堂课上都使用或是允许学生使用计算器,有1名教师还在被听的其中一堂课上使用了计算机。对这9名教师的面谈揭示了不同来源是如何有益于

① 这一结果是由将原 4×2 表格的首两行合并成一个 3×1 的表格而得到的。

② 这一结果是排除了原表中的首行而得到的,因为该行的两项都为零。



教师关于技术的知识的一种模式,它在很大程度上与从前述的问卷调查的数据所揭示的结果是一致的。

作为学生时的经验。在这9名教师中没有一个将他作为中小学学生时的经验看作是发展其关于如何使用技术进行数学教学的知识的一种来源。如果我们注意到,根据表5.5,67名教师中有14名(20.9%)教师在问卷调查表中回答“作为学生时的经验”对他们技术知识至少有一些贡献,那么很可能所有这9名被面谈的教师都属于这其余的79.1%。

职前培训。两名教龄少于5年的教师指出他们的职前培训是有帮助的。下面是面谈者(我本人)和这两位教师之间的对话。

面谈者:我注意到你在我昨天所听的代数课上使用了大量的计算器(工作)。我的问题是,你是如何发展你关于怎样使用技术的知识的?这里是指计算器。

教师 B1:是这样得来的——当我在读研究生时接触了TI-80系列的计算器。我在当时学了如何使用它们。刚开始学的是81,后来有了82我就买了一台82。我在很大程度上是靠自学而懂得如何使用它的。

教师 C1 以前曾在保险业工作过15年,在3年前才转到教学行业。他强调了他的教学实习经验对于他发展关于如何运用技术进行数学教学的知识的有效性。

面谈者:我注意到你让他们[学生]用计算器检验他们的答案及运算。你是如何知道怎样使用计算器的呢?

教师 C1:噢,主要是工作。我刚开始时,计算器并不像现在这样先进。所以当我在这里进行教学实习时我也同时在自我学习。我教两个班。一个是代数班,计算机使用很多。开设这些班就是为了要用计算机。这就是实际上我在课堂上使用技术的最初经历。

面谈者:我明白了。所以这是你的教学实习经历。

教师 C1:是的。教学实习经历是我学到技术知识和基



础最多的地方。

有意思的是,当另一位教学经验也在5年之内的教师被问及她是否也从大学或是中学的经历中获得有关技术的知识时,她回答说:“不,完全没有。我在大学里从未用过任何作图计算器、几何软件或是任何其他东西。”

另外6名接受面谈的教师同样也没有说他们的职前培训经历是他们关于技术知识的一种来源。

在职培训。在9名接受面谈的教师中,有6名指出在职培训是他们发展有关技术知识的一种来源。以下是两名教师接受面谈的记录摘录,其中一位具有9年教学经验,而另一位则具有20年以上的教学经验。

面谈者:你自己使用哪种计算器?

教师 A2:我通常使用 TI-82,不过我对 TI 系列的任何一种感到都没有问题。

面谈者:行。那么你是如何学会怎样使用它们的呢?

教师 A2:……我参加过不少有关 TI-86、TI-83 和 TI-82 的会议或是讲习班。我在那里学到了很多有关的性能和用法。各种会议的确是获得在课堂上使用技术的方法的一个良好来源。[例如]在我们看到一个关于 TI-83 用于参数课题或极坐标课题的报告之后,去年我和我的一位教微积分预科的同事就将其真的用在我们的课堂教学上。

教师 C3 的回答也非常清楚地表明了这一点。

面谈者:我注意到在我所听的代数课上,你让学生用计算器检验 $\sin 30^\circ$ 。你用的是 TI-83 吗?

教师 C3:是的。TI-83 或 TI-82。任何一种他们都可以用。

面谈者:你是什么时候开始知道怎样使用它的?

教师 C3:大约是在六年前,我去里尔(Lisle)初级中学参加了一个讲习班。那是一个为期三天的讲习班。相当紧



凑。他们带去了 TI-81 并在那三天里教我们使用计算器上的每一个键和每一种用法。我们在回到本校后,在那一年中不断练习。……之后的每一年,我都要去 T³ 学院^①学习更多的最新计算器的任何有关的东西。

面谈者:你是否参加过有关如何使用计算机的讲座?

教师 C3:是的。那是 ICTM^② 和 T³ 两种不同的来源。

如前面所讨论的,在职培训在发展教师的关于教科书的知识中并没有起到重要的作用。但根据问卷调查和面谈资料,对于教师的技术知识却非如此。要解释这一点,我认为原因在于技术是一个较新的东西,且在教学活动中已被越来越广泛地使用;人们,包括数学教育者、学校管理者以及数学教师在内,已经认识到了它的重要性,教师也能找到大量以技术为重点的培训机会。

有组织的专业活动。如第 3 章中讨论的,本研究中的“有组织的专业活动”不包括专门为专业性培训而安排的那些。区分“有组织的专业活动”和“在职培训”的一个方法是在后者中有培训者而教师是受训者,而在前者中,教师更多的是交流者或学习者(较之受训者非正式化一些)。

9 名教师中有 4 名提到他们从所参加的专业活动中学到了有关技术的知识。例如,一名教师说她没有参加过任何外面的专门性培训计划,但她在自己的数学部所组织的课后或暑期中进行的教研活动中学到了如何使用计算器。另一位教师也说他从所参加的专业会议中学到了很多东西。

教师 C3 解释了所在学校组织的一次专业性活动是如何帮助她发展使用一种专门的计算机软件——(几何)画板^③的知识:

我们关于计算机所做的是几个同事在一起共同探讨画

① T³ 表示“教师教学与技术”(Teachers Teaching with Technology),有关的更多信息参看在线网址“<http://www.ti.com/calc/docs/t3.htm>”。

② 伊利诺伊数学教师协会(Illinois Council of Teachers of Mathematics)。

③ 指英文原名为 Geometers' Sketchpad 的软件。——中文版注。



板的使用。我们有一个研讨小组。我们的学区教育局长允许我们在(规定的)专业发展时间内开展小组活动。(面谈者:什么时候?)活动的时间是视我们自己需要而订的。我们可以提出一个有关我们要研讨什么内容的计划。之后再和同事们聚在一起探讨几何画板。我们星期六来,练习画板的使用,讨论哪些是我们可以用在课堂上的,什么样的课算是好的?所以这有学校的支持。

和同事的日常交流。在面谈中,有6名教师指出他们的同事是他们关于技术的知识的重要来源。例如:

教师 A2:也从同事那里[我学到了如何使用计算器]。

这里有许多人知道怎样用他们的计算器。

教师 A3:我想说最大的帮助是同事们,因为[在我们数学部中]我们有一些人十分擅长计算器。

在被听的几何荣誉班课上,教师 A1 向学生展示如何使用 TI-82、TI-85 和 TI-86 将 36.97° 转换成用度、分、秒表示。用 TI-82, 按键的次序是:

36.97 2nd MATRX 4:DMS ENTER

计算器显示的结果是 $36^\circ 58' 12''$ 。面谈是在听课后进行的。

面谈者:……你是如何得到那些知识的?

教师 A1:从同事那里。

面谈者:你是否参加过任何[有关如何使用计算器的]专业性会议?

教师 A1:在我们学校举行过一些会议,我参加过,所以我从不去参加其他的正式会议。但我参加过一些下午放学后的或是暑期的班。那时如果还有什么特别的问题,我们几位在计算器方面特别强,我知道我可以去找他们。他们也总是非常愿意坐下来帮助我。

注意,教师 A1、教师 A2 和教师 A3 都在同一所学校,他们都一致地指出了在他们数学部中有一些教师在计算器方面是很强的。这



在某种程度上表明所收集的数据是相当可靠的。

在教师 C2 所被听的微积分预科的统计课上,教师向学生展示如何使用计算器作分段函数的图象。使用 TI-82,教师介绍了画下限函数 $y = \lfloor x \rfloor$ 的图象的下列按键步骤:

MATH NUM 4. Int

当教师在面谈中被问及她是如何得到在她所被听的课上展现出的技术知识时,她回答说:

是这样,有两种来源。从自己使用计算器中摸索而发现,第二就是问我的同事。……或是我自己发现,或从同事那里得来。像我同事一样,如果你将上述问题加以逆转你就可以作出上限函数,然后我会考虑从反射角度来看这样是否也有意义。……

我也参加过关于互联网的专门性讨论班。很有意思的是,在那些班上我学会了如何使用互联网,但我没有学如何应用互联网进行教学。我从同事那里学到了这一点。

这位教师也提到她从同事那里学到如何使用学校的计算机实验室进行数学教学。

最后的一个例子来自于教师 C3,她说:

我在的数学部很特别,充满知识,所以只要在这里工作,你就可以学到很多东西。我们互相帮助。如果谁有了好的主意,他们就一起分享。他们不会隐瞒。所以如果谁有了有关如何使用图形计算器或是如何使用几何画板的主意,他们就会将资料传给部里其他的每一个人。

阅读专业书刊。只有一名接受面谈的教师提到阅读专业性杂志可能是她发展关于技术的知识的一种来源。

自身的教学经验和反思。9名教师中有7名以这种或那种方式阐述了他们自身的教学经验和反思有助于提升他们有关技术的知识。教师 B2 明确地解释了她自身的教学经验和反思(探索)是如何使她发展与技术相关的知识的。



面谈者：你是否是自学[计算机软件包]的？

教师 B2：是的。是我让学校去订购的。在我们买来之后，我就坐下来先自我学习，然后写出程序让他们(学生)跟着做。

面谈者：没有接受过专门的培训？

教师 B2：没有。

面谈者：你是如何获得你在我所听的课上用到的计算器的知识的？

教师 B2：我边教边自学了图形计算器。我也通读了使用手册，但大部分是我自己练习运用计算器，是我自己的实践。

另一些教师回答得更简单些。例如，“我的经验也有帮助”，“我在工作中学的”，等等。

其他来源。上面没有讨论到的其他一些来源包括有，第一是一位教师的某个朋友，从她那里该教师也学到了一些关于技术的知识。尽管这位朋友不是该教师同所学校的同事，但也是一名教师。因此，更广义地说，我们也可以认为她同样是该教师的一个同事。第二是有位教师提到他以前(从事保险业)的工作经历对他有关技术的知识有一定的贡献，很明显这里的知识属于前面提到的教师关于技术的知识的第一部分。

表 5.8 总结了从与 9 名教师进行面谈而来的数据。

概括而言，从问卷调查和面谈的数据，我们可以看到教师有不同的来源发展他们关于技术的知识。总体上，最重要的来源是教师自身的教学经验和反思、他们和同事的日常交流以及在职培训。教师参加专业性活动是第二等重要的来源。阅读专业书刊、作为学生时的经验以及职前培训则是最不重要的。从统计上说，这三类来源对教师技术知识的贡献是显著不同的。更进一步，作为学生时的经验和职前培训在教师发展技术知识中对于具有较少教学经验的教师，比起对他们具有较多经验的同事来说，有着显著的更为重要的作用，而其他各种来源对具有不同教学经验的教师在发展他们的技术知



识中是同等重要的。

表 5.8 来自面谈材料的教师关于技术知识的来源

来源	A	B	C	D	E	F	G	其他
教师 A1				是	是			
教师 B1		是			是		是	一位朋友
教师 C1		是	是					其他工作经历
教师 A2			是	是	是		是	
教师 B2							是	
教师 C2			是		是	是	是	
教师 A3			是	是	是		是	
教师 B3			是				是	
教师 C3			是	是	是		是	
总计	0	2	6	4	6	1	7	

注:各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。



5.3 其他教学资源的知识

在本研究中,教师关于其他教学资源的知识主要指他们关于如何在数学教学中使用“教辅实物材料^①”的知识。“教辅实物材料”,在一定意义上被希伯特(Hiebert)和卡彭特定义为“实际的三维物体”(1992,第70页),传统上教师用它来解释或是诱导数学思想和运算(Begle,1979),而在NCTM的标准中它被明确作为一种教学资源。

问卷调查表中的问题17是有关教师关于教辅实物材料的知识的。该问题的第一部分(a)调查教师在课堂教学中怎样经常使

^① 英文原文为 Concrete materials,为便于理解,本书均译为教辅实物材料。——中文版注。



用教辅实物材料。表 5.9 表示的是从教师的回答而得到的结果。

表 5.9 教师在数学教学中怎样经常使用教辅实物材料

	总是	大多数时候	有时	极少	从不	总计
教师的人数	0	11	48	10	0	69
教师的%	0%	15.9%	69.6%	14.5%	0%	100%

根据该表,明显地多数教师(69.6%)在他们的课堂教学中有时使用教辅实物材料。

回到本研究的主题,该问题的第二部分(b)问教师不同的来源对他们关于怎样在数学教学中使用教辅实物材料的知识有多少的贡献。表 5.10 显示了教师对那些来源的评价。

表 5.10 给各种来源对其教辅实物材料知识的贡献作不同评价的教师人数分布

来 源	贡 献 程 度			
	很大	有些	很小	没有贡献
作为学生时的经验	1 (1.4%)	9 (13.0%)	23 (33.3%)	36 (52.2%)
职前培训	3 (4.3%)	14 (20.3%)	23 (33.3%)	29 (42.0%)
在职培训	12 (17.4%)	26 (37.7%)	18 (26.1%)	13 (18.8%)
有组织的专业活动	10 (14.5%)	27 (39.1%)	19 (27.5%)	13 (18.8%)
和同事的日常交流	35 (50.7%)	28 (36.2%)	6 (8.7%)	3 (4.3%)
阅读专业书刊	1 (1.4%)	18 (26.1%)	31 (44.9%)	19 (27.5%)
自身的教学经验和反思	33 (47.8%)	28 (40.6%)	6 (8.7%)	2 (2.9%)

注: $n = 69$ 。括号内的数字是给出相应评价的教师的百分比。由于舍入关系,各行百分比之和可能不恰为 100%。

运用以上用于教师教科书和技术知识(见表 5.2 和 5.6)的同样准则分析表 5.10 中的数据,我们可以看到教师在发展关于在数学教



学中使用教辅实物材料的知识上有着各种不同的来源。此外,从选择肯定性评价“很大”和“有些”的教师的百分比之和看,总体上教师“自身的教学经验和反思”(88.4%)、“和同事的日常交流”(87.0%)是他们发展其教辅实物材料知识的最重要的两种来源。“在职培训”(55.1%)和“有组织的专业活动”(53.6%)是第二等重要的来源。“阅读专业书刊”(27.5%)、“职前培训”(24.6%)以及“作为学生时的经验”(14.5%)则是最不重要的来源。

图 5.6 显示了不同来源对教师教辅实物材料知识贡献的一个比较,是根据教师对该问题第二部分(b)的评价的平均值而得到的。

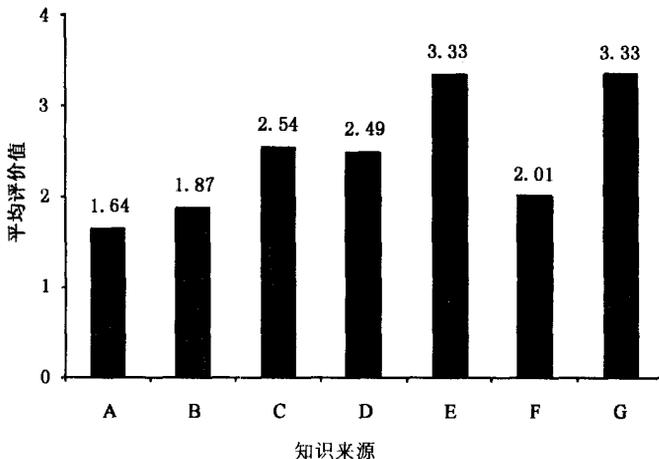


图 5.6 关于不同来源对教师教辅实物材料知识的贡献之比较

注:(1)各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。(2)图中使用的序数量值为:4=很大,3=有些,2=很小,1=没有贡献。

根据图中所示的平均评价价值,我们可以知道,总体上,教师发展他们关于怎样在数学教学中使用教辅实物材料的知识的来源,按从最重要到最不重要依次是:“教师自身的教学经验和反思”(3.33)、“和同事的日常交流”(3.33)、“在职培训”(2.54)、“有组织



专业活动”(2.49)、“阅读专业书刊”(2.01)、“职前培训”(1.87)以及“作为学生时的经验”(1.64)。这与表 5.10 所揭示的结果是相当一致的。

对数线性模型再一次被用来分析这些从问卷调查得来的数据。附录 G 中的表 G.3 显示了用 SAS 所作的回归分析的主要结果。

运用与附录 G 中表 G.1 和 G.2 所用的同样方法分析表 G.3, 我们可以看到, 依据模型中的参数估计值, 不同来源按其对教师发展关于教辅实物材料知识的重要性依次为教师“和同事的日常交流”(E: -1.8788)、“自身的教学经验和反思”(G: -1.8177)、“在职培训”(C: -0.0902)、“有组织的专业活动”(D: 0)、“阅读专业书刊”(F: 0.9111)、“职前培训”(B: 1.2824)以及“作为学生时的经验”(A: 1.7641)。

再次, 我们可以注意到, 根据上述对数线性回归而得出的不同来源的重要性顺序与教师对各来源的贡献所作的平均评价所揭示出的结果是相同的(见前面图 5.6), 不过要除“和同事的日常交流”和“(教师)自身的教学经验和反思”以外。后两者在教师的平均评价价值上完全相同, 但在对数模型的参数估计值上有所不同, 尽管差别相当少, 仅为 0.06。

更进一步, 从表 G.3 中 $Pr > \chi^2$ 的值来看, 清楚地, 与“有组织的专业活动”相比, 教师“自身的教学经验和反思”、“和同事的日常交流”在 0.05 的水平上显著地更为重要, 而“在职培训”在同一层次上, 没有显著差异, 而“阅读专业书刊”、“职前培训”以及“作为学生时的经验”在 0.05 的水平上显著地更不重要。

关于教师的教学经验在不同来源对他们发展教辅实物材料知识的重要性方面的影响, 我再次使用了问卷调查数据, 得到三个不同组别的教师对每种来源对他们关于教辅实物材料的知识所作贡献的平均评价价值, 并用 χ^2 检验分析他们评价的实际分布。从三组教师得来的平均评价价值的结果表示在下面的图 5.7 中, 而 χ^2 检验及三组教师的评价分布则呈现在表 5.11 中。



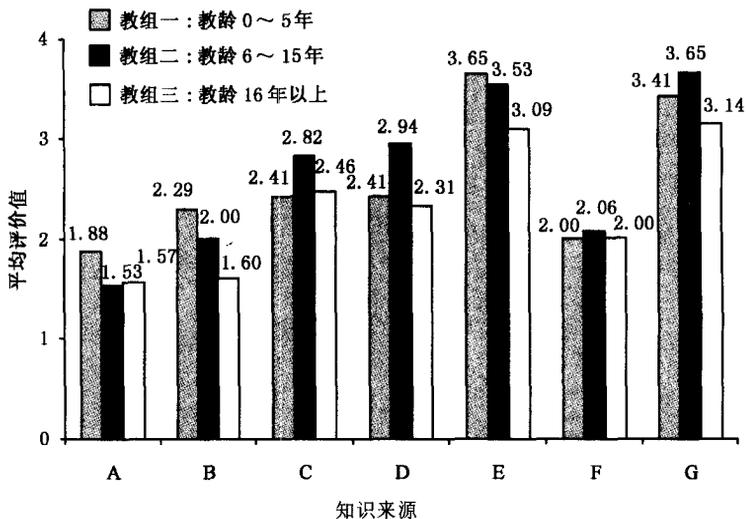


图 5.7 三组教师关于不同来源对其教辅实物材料知识的贡献所作平均评价之比较

注:(1)各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。(2)图中使用的序数量值为:4=很大,3=有些,2=很小,1=没有贡献。

图 5.7 揭示三组具有不同教学经验的教师平均评价的最大差别在于教组一和教组三对于来源 B“职前培训”的评价,平均值相差 0.69,而其余相差在 0(教组一和教组三在来源 F“阅读专业书刊”上的相差值)到 0.63(教组二和教组三在来源 D“有组织的专业活动”上的相差值)之间。

表 5.11 给各种来源对其教辅实物材料知识的贡献作不同评价的教师按组别人数分布

来源 A:作为学生时的经验

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	0	1	0	1
有些	3	1	5	9



(续表)

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 小	9	4	10	23
没有贡献	5	11	20	36
合 计	17	17	35	69

 χ^2 检验: $\chi^2 = 5.2597$ $df = 4$ $p = 0.2617$

来源 B: 职前培训

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	3	0	0	3
有 些	2	5	7	14
很 小	9	7	7	23
没有贡献	3	5	21	29
合 计	17	17	35	69

 χ^2 检验: $\chi^2 = 20.0333$ $df = 6$ $p = 0.0027^+$

来源 C: 在职培训

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	1	4	7	12
有 些	8	8	10	26
很 小	5	3	10	18
没有贡献	3	2	8	13
合 计	17	17	35	69

 χ^2 检验: $\chi^2 = 4.7109$ $df = 6$ $p = 0.5814$

来源 D: 有组织的专业活动

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	3	4	3	10
有 些	5	10	12	27
很 小	5	1	13	19
没有贡献	4	2	7	13
合 计	17	17	35	69

 χ^2 检验: $\chi^2 = 8.9842$ $df = 6$ $p = 0.1745$


来源 E: 和同事的日常交流

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	12	9	14	35
有些	4	8	13	25
很小	1	0	5	6
没有贡献	0	0	3	3
合计	17	17	35	69

$$\chi^2 \text{ 检验: } \chi^2 = 9.181 \quad df = 6 \quad p = 0.1636$$

来源 F: 阅读专业书刊

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	0	1	0	1
有些	5	4	9	18
很小	7	7	17	31
没有贡献	5	5	9	19
合计	17	17	35	69

$$\chi^2 \text{ 检验: } \chi^2 = 0.3812 \quad df = 4 \quad p = 0.9840$$

来源 G: 自身的教学经验和反思

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	8	12	13	33
有些	8	4	16	28
很小	1	1	4	6
没有贡献	0	0	2	2
合计	17	17	35	69

$$\chi^2 \text{ 检验: } \chi^2 = 6.8438 \quad df = 6 \quad p = 0.3355$$

* 对于来源 A 和 F, 为使用 χ^2 检验, 这里的第 1 和 2 行被合并为一行, 因为原 4×3 表格有三项期望频率小于 1。而合并后的 3×3 表格则适当地符合使用 χ^2 检验的通常假定条件。

+ 在 0.05 的水平上显著。

从表 5.11 我们可以看出, 对下述六种来源: “作为学生时的经



验”、“在职培训”、“有组织的专业活动”、“和同事的日常交流”、“阅读专业书刊”以及“自身的教学经验和反思”，三组教师就各来源对于他们教辅实物材料知识的贡献所作的评价在统计上不存在显著差异。但三组教师对来源“职前培训”的贡献所作的评价却有显著差异。

对教组一和教组二、教组二和教组三、教组一和教组三使用 χ^2 检验做进一步分析,可发现显著差异只存在于教组一和教组三之间 ($\chi^2 = 15.1068, df = 3, p = 0.0017$ ①),而这个结果与图 5.7 我们所发现的有良好的一致性。

将上述的统计检验结果与表 5.11 中的数值分布结合在一起,我们可以得到一般的结论,年轻教师比起他们资深的同事认为“职前培训”对发展他们关于教辅实物材料的知识更有用处。在我看来,这里的主要原因是最近的教师教育计划更注重了培训未来的教师怎样使用“动手”和“操作性材料”方法进行数学教学,因为它们在过去的 20 年中受到数学教育界越来越多的重视②。

与有关技术的情况不同的是,9 名接受面谈的教师没有在我所听的课堂上使用教辅实物材料,因而我无法实际看到他们是怎样使用教辅实物材料进行数学教学的。这个现象并不十分出乎我的意料。就如人们所发现的,教辅实物材料在被广泛地用于小学教学的同时,在中学阶段的使用程度却有下降(例如,见 Begle, 1979, 第 119~120 页)。此外,我相信计算器、计算机、投影仪及其他教学资源/工具的日益普及,将进一步降低(尽管并没有完全消除)在数学教学中使用教辅实物材料的必要性。实际上,表 5.9 表明在本研究的样本中没有一个人总是在他们的教学中使用教辅实物材料,而在大

① 对教组一和教组二而言,其结果是 $\chi^2 = 5.0357, df = 3, p = 0.1692$; 对教组二和教组三而言, $\chi^2 = 4.4863, df = 2$ (注:首行中的两项都为 0,所以被排除在检验之外), $p = 0.1061$ 。

② 例如,1995 年在波士顿举行的 NCTM 第 73 届年会的超过 1 000 场次的报告中,有约 20% 个是有关如何使用“动手”和“操作性材料”方法进行数学教学的。这两个词还被最频繁地使用于各场次的标题中。更详细的情况见 Fan(1995)。



多数时候使用的也只有 15.9% 的教师。

我没有看到那些教师会怎样在课堂上使用教辅实物材料的这一事实对我在面谈中向这些教师提出相关的问题带来了困难,因为我并没有直接的刺激物可用于提问,而所有面谈都有时间上的限制,故无法给教师太多的时间以充分搜索他们的记忆。尽管如此,除一名教师外,所有人还是都被以这种或那种方式问及了下述的问题:

“你在教学中是否使用教辅实物材料?”

6 位教师回答“是”或“有时候”。他们又自然地进一步询问是怎样获得有关使用教辅实物材料进行数学教学的知识的;其他两位教师没有被进一步问到相同的问题,因为其中一个说“甚少”,而另一个在回答了“是”后却没有能回忆起她使用教辅实物材料的例子来,相反她却给出她使用技术的一些例子。对没有被问到第一个问题的教师,我在不同时间有意地往这方面问了两次:“你是否用了其他在我听课时没有观察到的教学策略?”他提到了一些其他的策略,但没有提到使用教辅实物材料。

给出最详细回答的是教师 C1(他甚至还借给我一套教辅实物材料,“五格拼板”)。

数学教育研究前沿

我们后面将会用到教辅实物材料。今年我们还没有用许多。去年在我的班上,在讨论概率和统计时,我用不同的骰子游戏教他们。所以我买了一些骰子并使用它们作为抓住学生兴趣的工具,然后让他们学到其中包含的数学知识。(面谈者:你是如何知道这种知识的?)当我还是孩子的时候我就学会了如何玩骰子。……去年我也参加了 MMC^① 的一个与此有关的讲座。……去年我在自己的几何课上使用了“五格拼板(pentominoes)”,而今年我可能会将它们用到代数课上。(面谈者:这是否是你从那次讲座中学来的呢?)不,我是从我在上研究生时的一门课上学到的……

① 芝加哥大都市数学俱乐部(Metropolitan Mathematics Club of Chicago)。



其他教师的回答更简单也更直截了当些。表 5.12 总结了面谈中他们的回答。

表 5.12 来自面谈材料的教师关于教辅实物材料知识的来源

来源	A	B	C	D	E	F	G	其他
教师 A1					是		是	
教师 B1	(注:没有直接被提该问题)							
教师 C1		是		是				在非正式环境中作为学习者的经验
教师 A2	(注:甚少使用教辅实物材料)							
教师 B2	(注:没有提供相关的回答)							
教师 C2				是				一位朋友;其他工作经历
教师 A3					是	是		
教师 B3							是	
教师 C3					是			
总计	0	1	0	2	3	1	2	

注:各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。

从表 5.12 可清楚看出,教师有着各种各样的来源可获得关于教辅实物材料的知识以进行数学教学。除了问卷表所列的并在问卷调查中得到证实的这七种可能的来源外,面谈还揭示了教师在非正式的教育环境中作为学习者的经验、他们的朋友及以前的工作经历都可能带给他们进行数学教学的有关教辅实物材料的知识。看起来可合理地指望,如果面谈更多的教师的话,可能会发现更多的来源。

但是,从表中不清楚的是哪些来源相对其他来源更重要,因为关于教辅实物材料的知识接受面谈的样本实际上只有 6 位教师,表 5.12 中显示的结果比表 5.4 和 5.8 中从所有 9 位教师得到的结论较少具有代表性。这可能解释了为何从面谈和从问卷调查得到的有些不统一。例如,最明显的是,在面谈中没有一个教师将“在职培训”叙述为一种来源,而在问卷调查中,根据教师对不同来源的平均评价,



该项却被列为第三重要的来源。当然,也有一些是相一致的,例如,在面谈中大多数教师把和同事的日常交流描述为一种来源,在问卷调查中则被认为是最为重要的来源之一。

从这一节我得到三个主要的结论。第一个是从问卷调查和面谈数据两者得来的,其他的两个主要来自于问卷调查数据。这就是,第一,教师可通过各种不同的来源发展他们有关教辅实物材料的知识;第二,相比较而言,教师“和同事的日常交流”以及“自身的教学经验和反思”是最为重要的来源;“有组织的专业活动”以及“在职培训”是第二重要的来源;而“阅读专业书刊”、“职前培训”以及“作为学生时的经验”则是最不重要的来源。从统计上看,这三类来源对教师教辅实物材料知识的贡献是显著不同的。最后,教师的教学经验的长短总体上并没有对教师对各类来源关于他们有关教辅实物材料的知识贡献的看法起到显著的作用,除了在“职前培训”这点上,年轻教师相对年长的教师对其给予了更好的评价。



5.4 发现的总结

本章所报告的发现针对于教师怎样发展他们关于教学的课程知识,其进一步地被分为三个组成部分:关于教材的知识、关于技术的知识以及关于教辅实物材料的知识。

通过对从问卷调查和面谈收集到的数据进行分析,本章得到以下主要的发现。

1. 教师用来发展他们关于教学的课程知识的所有三个部分都有各种来源。

除了上述这点外,对本研究所关心的不同来源,还有下述有关各来源对教师关于教学的课程知识的每一部分的相对重要性的发现。

2. 教师“自身的教学经验和反思”以及“和同事的日常交流”是教师关于教学的课程知识的所有三个部分的最重要的两种来源。



3. “在职培训”是教师关于技术的知识的最为重要的来源之一,而对他们关于教材及教辅实物材料的知识是具有第二等重要性的一個来源;“有组织的专业活动”则对所有三个部分来说都是第二等重要的一个来源。

4. “作为学生时的经验”是教师关于教材的知识的第二等重要的一个来源,而对他们关于技术和教辅实物材料的知识却是最不重要的来源之一。

5. “阅读专业书刊”以及“职前培训”对于教师的教学的课程知识的所有三个部分都是最不重要的来源。

表 5.13 总结了上述的发现。

表 5.13 不同来源对于教师关于教学的课程知识发展的重要性的总结

来源类别	教材的知识	技术的知识	教辅实物材料的知识
最重要的来源	自身的教学经验和反思和同事的日常交流	自身的教学经验和反思和同事的日常交流 在职培训	自身的教学经验和反思和同事的日常交流
第二等重要的来源	在职培训 有组织的专业活动 作为学生时的经验	有组织的专业活动	在职培训 有组织的专业活动
最不重要的来源	阅读专业书刊 职前培训	阅读专业书刊 作为学生时的经验 职前培训	阅读专业书刊 职前培训 作为学生时的经验

注:与“有组织的专业活动”相比,第一类中的来源在 0.05 的水平上显著地更为重要,第二类中的来源在重要性上没有显著差异,而第三类中的来源在 0.05 的水平上显著地较不重要。

最后,有关教师的教学经验对各种来源对发展他们关于教学的课程知识的重要性的影响,有三个主要的发现。

6. 教师教学经验的长短不影响他们对各种来源对发展其教科书知识的重要性的评价。

7. 与资历较深的教师相比,教学经验较少的教师认为“作为学生时的经验”以及“职前培训”对于发展他们自己关于技术的知识更重要。而对于所有其他的那些来源,在统计上则不存在显著的差异。



8. 与资深教师相比,具有较少教学经验的教师认为“职前培训”对于发展他们自己关于教辅实物材料的知识更重要。而对于其他的那些来源,在统计上则不存在显著的差异。



第 6 章

研究的发现(二): 教学的内容知识

根据舒尔曼的说法,教学的内容知识(PCnK)是指,“对于一个人的学科领域中最一般地要教授的内容,表达那些概念的最有用的形式,最有效的比喻、说明、例子、解释以及示范——一句话,就是使人易于懂得该学科内容的表达和阐述方式”;它还包括“关于什么使对于具体内容的学习变得容易或困难的理解:不同年龄和背景的学生在学习那些最经常地被教授的内容和课时已具有的概念和一些先入之见”(Shulman,1989a,第9页)。他宣称过去 PCnK 在教育研究中没有受到很多的关注,但它对于教师的教学工作却是十分重要的。

如第2章的文献回顾所指出的,自舒尔曼首次引入该术语之后,很多研究就围绕着 PCnK 作为主题而进行的。一些研究者对舒尔曼的这一概念做了不少修改、拓展,在我看来,有些甚至是滥用。例如,科克伦等人运用了一个所谓的建构主义观点将他的 PCnK 改成“教学的内容知识”(Pedagogical Content Knowing),即“教师对教学论、学科内容、学生特征以及学习环境氛围这四个成分的综合性理解”(Cochran 等,1993,第266页)。格罗斯曼将 PCnK 定义为“由四种核心成分组成”:关于在某一特定水平上教学某特定学科的目的的知识和信念,关于学生对某一学科中特定内容的理解、概念以及误解的知识,关于教学特定学科的课程材料的知识和关于某一学科的横向与纵向课程的知识,以及关于教学特定内容的教学策略和表达的知识(Grossman,1988,第15~18页)。在那些宽松广泛的定义之下,



很难看出舒尔曼对 PCnK 提出的原有的含义。

本研究运用了 NCTM“标准”所使用的 PCnK 概念,而后者基本上遵照了舒尔曼的定义^①。简单地说,教师的 PCnK 是指他们对“表达数学概念和过程的方式”的知识,其主要包括两个相关的方面:

1. 关于“方式”是什么的知识。就是说,在表达一特定数学概念时有多少有效或不那么有效的方式^②? 那些方式是什么?

2. 关于从教学的角度怎样选择方式的知识。也就是,对课堂教学来说那些方式有些什么优点和缺点? 学生在理解某一特定数学概念时可能会有哪些困难? 有什么较为容易的方式让他们理解?

研究者们强调教师需要有一个丰富的 PCnK 库。例如,舒尔曼提出“教师手上必须有一个关于多种不同表达形式的实实在在的知识库”(Shulman, 1986a, 第 9 页)。科尔顿(Colton)和斯巴克-兰格(Spark-Langer)指出“一个教数学的小学教师应当具有丰富的关于对教与分数有关的概念有帮助的一些操作性材料的教学的课程知识”(Colton 和 Spark-Langer, 1993, 第 47 页)。更一般地, NCTM“标准”提出“教师对各种数学概念和过程的可建模表达的方式需要有丰富、深入的知识,在选择不同的模型时要理解其在数学上的及发展上的优缺点”(NCTM, 1991, 第 151 页)。

基于上述 PCnK 的定义,本研究调查的是教师怎样发展他们的教学的内容知识;换句话说,他们是如何得到有关教数学的 PCnK 的? 为了回答这一问题,如第 4 章所描述的那样,本研究从问卷调查、课堂听课和随后的面谈收集了原始的数据。下面报告的就是对从这些数据来源收集得到的数据所作的分析和研究的发现。

① “标准”并没有用“教学的内容知识”这一术语。

② 严格地说,根据上面所引的舒尔曼的描述,PCnK 仅是“最有用的表示方式”,或是“最有效的比喻、说明、例子、解释以及示范”。但是,什么构成“最有用或是最有效的”没有被定义,而且在我看来是主观的。本研究考虑所有类型的知识,而无论它是对的或错的、有效的或无效的。参看第 3 章中所讨论的知识的定义。





6.1 问卷调查数据的分析

问卷调查表中的第*20 和 21 题(见附录 B)是针对教师的 PCnK 的。因为在数学学科中有“无限的”PCnK 的例子(Brown 和 Borko, 1992, 第 212 页),因此不可能在一个问卷调查表中向教师提问他的关于所有内容的 PCnK。而且,由于本研究中的样本由教各个数学科目和使用各种教科书的教师组成,要拟出一些所有教师最近都教到的相同的内容也是不切实际的。因此,这两个问题都设计成开放型的,让教师首先回忆他们最近的两节含有讲授新内容的数学课,再分别确定其中的新内容(第一部分(a)),他们向学生表达该内容的方式(第二部分(b)),最后回答他们是如何知道这些方式的(第三部分(c))。

为激发教师的记忆并为他们回答所给问题提供一个例子,问卷表在这两个问题之前提供了一个样例。结果显示这很有帮助,因为大多数教师恰当而清楚地回答这两个问题。总体上,58 名(84%)教师回答了第 20 题,54 名(78%)教师回答了第 21 题^①。

内容和表达

对两道问题每题的第一部分(a),教师都提供了各种各样的数学内容。根据数学分支的传统分类,教师在这两问题中给出的内容(课题)中有 36%属于代数,21%属概率和统计,25%属几何,8%属微积分,7%属解析几何,还有 4%属三角。总起来说,教师共给出了 112 个内容,其中 98 个各不相同。

一些例子包括:代数方面,有“通过因式分解解二次方程”,“带根式表达式中分母的有理化”;几何方面,有“毕达哥拉斯(Pythagoras)

^① 这里不包括一名填写了“见第 20 题[上一问题]”的教师。



定理”^①，“发现平行四边形中的关系或性质”，“长方体的表面积”，“棱锥和圆锥的体积”；解析几何方面，有“画出某些极坐标方程的图象”，“将圆方程转化成标准式”；三角方面，有“余弦定理”，“特殊三角形中边的关系”；及微积分方面，有“序列和级数在 $n \rightarrow \infty$ 时的极限”，“用 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$ 的极限计算 $f'(x)$ 的值”。

表 6.1 描述了教师所给出的数学内容在数学不同分支上的数目分布。

表 6.1 对第 20 和 21 题教师所给出的不同数学内容的分布

	数 学 内 容						合计
	代数 ^a	几何	解析几何	概率和统计 ^b	三角	微积分	
第 20 题	18	17	2	13	2	6	58
第 21 题	22	11	6	10	2	3	54
合 计 ^c	40(34)	28(24)	8	23(19)	4	9	112(98)

a 包括代数 I 和 II (或高级代数)。

b 包括组合和排列。

c 括号中的数字是那些不相同的内容的实际数目，这与笼统的总计有所不同，因为有几列包括了有些教师给出的相同内容。例如，有三名教师给出同一个内容，“因式分解定理”(代数)，另有两名也给了同一个内容，“球的体积”(几何)。没有括号的列中的所有内容都是不同的。

数学教育研究前沿

应该注意的是，表 6.1 所用的分类并非一定是依照相同的课程名称。例如，一本代数教科书可能包括几何内容。而同一内容也可能出现在不同的课程里；例如，毕达哥拉斯定理可以在代数、几何或是三角课程中教到。有很少数内容似乎可以归入几个类别，如“毕达哥拉斯定理”，对于这些内容，作者运用了自己的判断以恰当地分类。

检查教师对每一题的第二部分(b)有关“表达该内容的方式”的回答表明，有两名教师没有能正确理解第二部分(b)真正要问的问

① 即勾股定理。——中文版注。



题。他们所给的回答是关于他们的 PIK(一般的教学策略)^①而不是 PCnK(特别关于某一内容的数学表达),尽管他们一定用过这种或那种方式向学生表达某一数学概念。

对于第 20 题,在对第一部分(a)给出内容“用因式分解解二次方程”之后,一位教师(10 号)在第二部分(b)中回答道:“课堂讨论的形式。学生认识到二次式可以被因式分解,所以我就只需向他们说明这一新概念的最后部分。”后面一句实际上意味着那位教师运用了某种方式向学生介绍该概念,不过,它没有具体说明这种方式究竟是什么。第二位教师(23 号)所选填的内容是“在一点上的极限”,并在第二部分(b)中写了:“[我使用了]小组学习过程,围绕练习纸上的问题工作。”这显然是指一种一般的教学策略,并非专门是针对教上述内容的。换句话说,这一回答并没有说明他用到的关于该内容的 PCnK 是什么。

同样,对于第 21 题,第一位教师(10 号)在第一部分(a)中给出的内容为“解有理方程”,在第二部分(b)中回答:“讲授形式,但学生自己得一起思考如何进入到下一步。”另一位教师(23 号),在第一部分(a)中填的内容是“数学归纳法”,在第二部分(b)中所解释的方式是:“先讲授,然后指导进行小组练习。”一样地,这两个回答又是给出了教学的形式(策略)而隐藏了教学的实质(内容),而后者才是问题真正所在。

在第 20 题上有 56 位教师,在第 21 题上有 52 位教师给出了所要的信息。例如,一位教师(1 号)在给出了内容“棱柱的表面积”之后,描述了他向学生表达该内容的方式:

[我]给每一组的学生一个盒子,问他们需要多少纸才能包住这只盒子。他们必须找出盒子每一面的面积并将它们加起来。

^① 教师关于一种一般教学策略的知识被认为是他们的教学的方法知识。更多的讨论可见第 7 章。



另一位教师(63号)选填的内容是“算术级数的和”,并说明了下面的数学上人们熟知的方式:

$$\begin{aligned} & 1 + 2 + 3 + \cdots + 98 + 99 + 100 \\ &= (1 + 100) + (2 + 99) + (3 + 98) + \cdots \\ &= \frac{100}{2}(100 + 1)。 \end{aligned}$$

[再运用]推广得出 $S_n = \frac{n}{2}(a_1 + a_n)$ 。

还有一位教师(38号)给出的内容是“直角三角形中正切、正弦和余弦概念介绍”,表达的方式是:

我们用相似三角形引出概念,即,对所有相同度数的角这些比例都是相同的。用 SOH—CAH—TOA 记忆[这些概念]^①。

所有这些教师的回答,除了上面所报告的两名误解了两问题第二部分(b)而没有给出 PCnK 的教师(10号和23号)外,都已收入我对从第三部分(c)所得的关于教师 PCnK 之来源的数据所作的分析之中。下面是有关的分析。

PCnK 的来源

第20和21题中的第一和第二部分(a)和(b)是为提供刺激物和前后背景而设计的,而第三部分(c)则直接针对本研究的一个主题。

大多数对前两个部分正确给出有关信息的教师,在第三部分(c)就他们是如何获知向学生表达所给内容的方式,给出了清楚并可被容易地编码的说明。下面是上述教师所给的关于前面指出的他们所教的内容及表达方式的解释:

1号教师:“没有人[告诉我这种方式]。我是自己想出

^① 这里的英文字母 S 指 Sine(正弦), O 指 Opposite Leg(对边), H 指 Hypotenuse(斜边), C 指 Cosine(余弦), A 指 Adjacent(邻边), T 指 Tangent(正切)。因此英文里教该内容时,教师常用到这样的简记法。——中文版注。



来的。”

38号教师:“做实习生时[我]教过这个概念,这是我第一次知道用 SOH—CAH—TOA 作为记忆的一个辅助。”

63号教师:“在高中时我曾见到过这种推导方法。”

其他一些例子也说明教师有着清晰的记忆,其中的两个例子是:“从一位听过一个 NCTM 讲习班的同事那里[我学到了这种方法]。”(41号教师,内容:方差分析);“[源自]保罗·福斯特(Paul Foerster)去年在圣地亚哥举行的 NCTM 年会上的报告。”^①(20号教师,内容:极限)。

初步的数据分析还表明,除了第5章中讨论的七种来源外,PC-nK 的另一种重要来源是“教科书”。例如,30号教师在第二部分(b)提到他在引入“圆的内部和外部”这一内容时是从一个“现实生活问题”开始的。

一辆卡车要驶过一条隧道。[教师问道]“卡车的大小能适合过隧道吗?”说明隧道是一个已知直径的半圆,再开展讨论有已知高度和宽度的卡车能否通过隧道。

在第三部分(c)，“你怎样获知这种方法?”他回答道:“[来自]个人的教学经验和反思,以及教科书中的具体例子。”下面我将“教科书”也列入为一种来源。

不过,有三位教师对每一问题的第三部分(c)都回答“不知道”或是“不记得”,另有一位教师回答第21题的第三部分(c)时称“我是从印地安那大学的一位教授那里学来的”,而这一说法并没有清楚说明这种知识是通过职前培训、在职培训、在某次会议中听取了该教授的演讲或是个人的交往等途径学来的。

表 6.2 总结了教师对第 20 和 21 题第三部分(c)的回答,说明了他们获得关于在第二部分(b)提到的表达方式的知识的不同

^① 这里的年份是 1996 年,所说报告的标题是“微积分:四个概念——它们的定义、意义、方法和应用”(分组会议 103)。见 NCTM74 届年会程序册。



同来源。

表 6.2 问卷调查表中报告的教师关于教学的内容知识的来源

来源 ^a	A	B	C	D	E	F	G	H	其他 ^b
第 20 题 ($n = 56$) ^c	4	2	3	7	18	4	26	12	3
第 21 题 ($n = 52$) ^c	2	1	3	5	18	2	28	9	4
合计	6	3	6	12	36	6	54	21	7

a A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思,H=教科书。

b 见本节前面的解释。

c 教师可能报告他从几种来源中学到他的关于某一内容的 PCnK,因此教师的人数只是和内容的数目是一致的,而来源的数目会更多。

从表 6.2 来看,我们可以注意到关于两个问题所得的分布是非常相似的。(对这 8 种来源作 χ^2 检验,结果是 $\chi^2 = 2.6145, df = 7, p = 0.9562$) 这从一种意义上表明这些数据是很可靠的。因为对两个问题的回答没有显著的差异存在,下面的分析用到的是教师的全部回答。

图 6.1 显示了教师对于该两题的第三部分(c)回答从相应来源获知所提的表达方式的比例。

从表 6.2 和图 6.1 可以看出,教师获取他们所教内容的 PCnK 有多种来源。总体上,教师获得 PCnK 的最多数的来源是“自身的教学经验和反思”(50%),以及他们“和同事的日常交流”(33%);他们也从“教科书”(19.4%)和“有组织的专业活动”(11.1%)中获得了相当数量的 PCnK;而他们的“作为学生时的经验”(5.6%)、“在职培训”(5.6%)、“阅读专业书刊”(5.6%)、特别是“职前培训”(2.8%)所起的作用就不大。

对所得到的数据应用对数线性回归的主要结果放在附录 G(表 G.6)中,我们可以看到,根据参数估计,各种来源对教师 PCnK 发展的重要性的排序与图 6.1 所揭示的相同,即,教师“自身的教学经验和反思”(G: 2.0794)、“和同事的日常交流”(E: 1.3863)、“教科书”(H: 0.6581)、“有组织的专业活动”(D: 0)、“作为学生时的经验”(A:



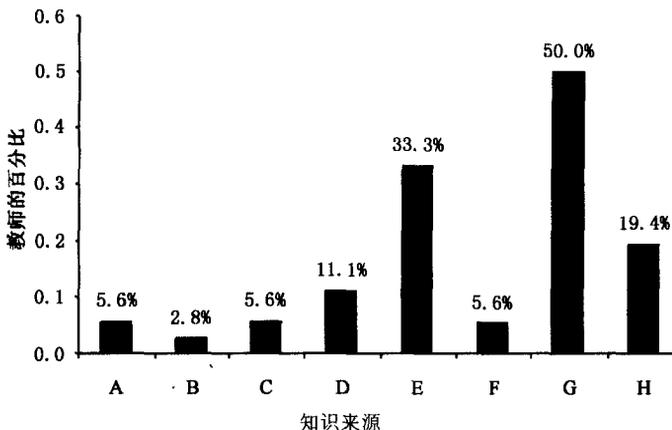


图 6.1 教师从各种来源获得关于不同内容的教学的内容知识之比例

注:(1)各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思,H=教科书。

(2)百分比的总和并不等于 100%,因为有些教师报告他们从几种来源学到了关于某些内容的 PCnK。换句话说,一个百分比,如 50%,意味着有 50%的教师从来源 G 中学到了关于所说内容的 PCnK,但那 50%的教师也可能从别的其他来源中学到了这些知识。

-0.7538)、“在职培训”(C:-0.7538)、“阅读专业书刊”(F:-0.7538)以及“职前培训”(B:-1.4759)。

更重要的是,从表 G.6 中每个 $Pr > \chi^2$ 的值来看(该值表示关于零假设——相应的参数为 0——的 Wald χ^2 检验统计的显著性水平),我们可以发现,相对于“有组织的专业活动”,存在三组有不同显著性的来源^①。这就是,与“有组织的专业活动”相比,教师“自身的教学经验和反思”以及“和同事的日常交流”在 0.05 的水平更为显著地重要;“教科书”、“作为学生时的经验”、“在职培训”以及“阅读专业书刊”这四种来源和“有组织的专业活动”这一来源在重要性上则没

① 在模型中我们设定 D=0。



有显著差异;而“职前培训”显著地更不重要。

现在我们考虑教师的教学经验如何与不同来源对于他们发展 PCnK 的重要性有相关性。为了与第 5 章所讨论的关于教师的 PIK 的分析相一致,所有教师再一次被分为同样的三个组别:教组一的教师具有 0~5 年的教学经验,教组二是 6~15 年,而教组三则是 16 年以上。表 6.3 显示了每组教师中回答问题的人数。

表 6.3 三组教师回答问题的人数

	教组一	教组二	教组三	总计
第 20 题	12	14	30	56
第 21 题	11	13	28	52
总 计	23	27	58	108

按不同的来源和教师组别,表 6.4 给出了教师对他们是如何获得关于表达第 20 和 21 题所填内容的方式的知识的回答。

表 6.4 三组教师就他们关于在第 20 和 21 题所给内容的教学的内容知识的来源的回答

来 源 ^a	A	B	C	D	E	F	G	H	总计
教组一 ($n = 23$) ^b	2	2	1	0	12	1	8	6	32
教组二 ($n = 27$) ^b	1	0	3	3	16	2	12	7	44
教组三 ($n = 58$) ^b	3	1	2	9	8	3	34	8	68
总 计	6	3	6	12	36	6	54	21	144

a 各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思,H=教科书。

b 这里的 n 是各组教师回答这两道问题时所提内容的总数。详见表 6.3。注意一个教师可能报告他从几种不同的来源中学到了有关某一内容的 PCnK。

对表 6.4 中的数据运用 χ^2 检验,所得结果为: $\chi^2 = 25.5914$, $df = 14$,及 $p = 0.02916$,由此否定了在 0.05 的水平上在组别和来源之间不存在相关性的零假设。换句话说,这三组教师对他们如何发展自身的 PCnK 的回答在统计上存在着显著的差异。



进一步检查表 6.4 中的数值分布,可发现三组教师存在的最大差异在于来源 E,“和同事的日常交流”。在教组二和教组一中,教师从该来源中分别获得了 59.3%和 52.2%的内容的 PCnK,而在教组三中这一百分比只有 13.8%。将来源 E 从表中移去,再对其余的数据运用 χ^2 检验,我们可以得到 $\chi^2 = 14.3168, df = 12, p = 0.2809$,这表明在 0.05 的水平上这三组教师对来源 A、B、C、D、F、G 和 H 来说在统计上不存在显著差异。

为了对来源 E 使用 χ^2 检验,从表 6.4 中分离出表 6.5。该检验的结果得, $\chi^2 = 21.7915, df = 2, p = 0.00002$ 。这证实了三组教师在来源 E 上存在着显著的差异。类似地,我们可以运用 χ^2 检验检查教组一和教组二、教组一和教组三以及教组二和教组三之间的差异。结果显示,就如我们从表 6.5 中的描述性数据所推测的,在教组一和教组三及教组二和教组三之间存在着显著差异,其 p 值 < 0.00001 ,而在教组一和教组二之间不存在显著差异,其中 $\chi^2 = 1.3971, df = 1, p = 0.2372$ 。

表 6.5 三组教师关于从来源 E 获得教学的内容知识的回答

	是	否	总计
教组一	12	11	23
教组二	16	11	27
教组三	8	50	58
总计	36	72	108

对于为何来源 E 对不同教龄的教师的 PCnK 其重要性上存在着显著的差异,我认为原因是自然的,资深教师会在如何向学生表达数学内容方面给予,而非接受,他人尤其是较年轻的同事更多的帮助,因为他们总体上对教那些内容具有更多的经验。换句话说,资深教师和资历较浅教师之间的这种双向交流是不均等的;资浅的教师从这类活动中学到的更多一些。

总之,从第 20 和 21 题的问卷调查数据看,教师在发展他们教学



的内容知识上有各种不同的来源。总的说来,与其他来源相比较,教师最多地从他们“自身的教学经验和反思”以及“和同事的日常交流”中学到怎样向学生表达数学上的各种内容的知识。“教科书”、“作为学生时的经验”、“参加有组织的专业活动”、“在职培训”以及“阅读专业书刊”是第二等重要的来源。而“职前培训”则是最不重要的一种来源。在统计上,这三组来源所起的作用是显著不同的。更进一步,这些来源对于不同教龄的教师都具有同等的重要性,但除了来源“和同事的日常交流”以外,从该来源中较年轻的教师较他们资深的同事学到的显著地要更多。



6.2 面谈资料和分析

不同于问卷调查专门针对教师 PCnK 的核心,即教师对于表达某一数学内容的方式的知识,对 9 名教师的课堂听课为本研究者提供了更广泛的发现教师拥有的各种不同方面的 PCnK 的机会。除了数学内容的表达方式外,在舒尔曼的 PCnK 的概念中他称之为“[最有效的]比喻、说明、例子、解释以及示范”在听课过程中也受到了注意,并在听课之后被作明确认定。

对 9 名教师进行的面谈是以所听的课为基础的。与涉及教师教学知识的其他组成部分的情况一样,从课堂听课中可以明确认定的知识量总是比面谈中可以问及的知识量要多,因为一方面教师的知识体现贯穿于一堂课的所有活动,而另一方面,所有的面谈都有时间限制而且提问要涉及到教师教学知识的多个方面,而不只限于 PCnK。因此,我决定将面试的重点放在每个教师 3 至 5 个被明确认定的特别用于向学生介绍该课新内容^①的 PCnK,并问他们是如何发展这些知识的,我相信根据上述定义这些知识是最重要的、同时也

^① 就如预料的一样,大多数被听课的教师也花了相当多的时间复习以前教过的内容。



是容易和教师进行交谈的。对于每一名教师,交谈的重点通常放在一个班上,所以教师不必经常将其注意力和记忆在两个班之间来回穿梭,而问题也可以有更自然的前后衔接。尽管如此,对所听的另一节课时也给予了一定的关注。

多数情况下,教师的回答清楚而明确,提供了分析问题的详细的和含具体情境的信息。在很少数的情况下,教师没有提供清楚的信息或者偏离了主题;这些没有被作进一步的编码,故被排除在下述报告的结果之外。

与教师 A1 的面谈

教师 A1 被听的是代数课,内容是引入“实数轴”,是课本《代数 1:一种综合性方法》(Larson, Kanold 和 Stiff, 1995, 第 62~67 页)中的第 2.1 课。根据课本,本节课有两个目的:(1)运用实数轴画出并比较实数,(2)求出一个实数的相反数和绝对值。

教师 A1 在基本依照课本向学生表达该内容的同时,把重点更多地放在第一个目的“数轴”上,以及将它用于比较负数。她略掉了课本中的最后一个例子,该例子是为第二个目的服务的。当被问在本节课中对学生的学习而言哪些是最难或是最重要的知识时,她给出了以下的回答,从中表明该教师根据她过去的教学经历和反思重新设计了表达该内容的方式。

对代数课来说,相反数和绝对值还会多次出现。我们会不断讲到它们。所以在过去,我自己发现——这是一种经验性的东西——在过去几年中当我在教这一内容“数轴部分”时,我有点是——让我们来画两条数轴。让我们来比较它们[数字]。这样就算教完了。接着我真的花不少功夫在相反数和绝对值上。但在整个一年中我们还是要继续学习和用到相反数和绝对值。后来我发现,当学生们谈到负数时,他们对哪个小和哪个大感到困惑。所以我想今年准备尝试一下,这是经验性的东西。我知道这在过去也有过。



今年,让我们尝试一下使得我能甚至有更多的时间教怎样比较,这样他们能对数轴是怎样起作用、怎样比较负数、怎样比较分数有一个概念上的理解。然后,在整个课程的学习中,我们将不断讨论相反数和绝对值。我们也将经常复习这些内容。

当被问到更具体一些的问题:“你为什么要强调怎样从数轴上按从大到小或从小到大的顺序写出数呢?”她回答道:

是的。这是由于我过去的经验。要知道我对你说过,在过去几年中,他们[在那个方面]存在着问题。事实上,这很有意思,因为下一课时我教的还是同一课。你知道在那页先是有一些正数,然后接下去就是负数了?(面谈者:是的。)

一开始,他们花了极长时间去构想最大的负数是什么。这真的很有意思。这使我的感觉好像是,行,这可能是一项值得做的事。

教师 A1 被听的几何课是介绍“线段和角度的测量”,在《几何:乐趣和挑战》(Rhoad, Milauskas 和 Whipple, 1991, 第 9~17 页)中是第 1.2 课。她用到的一个关于角的度、分、秒之关系的比喻是时间的时、分和秒,即运用时间度量上的 1 小时=60 分钟,以及 1 分钟=60 秒引导学生学习角的度量上的 1 度=60 分,以及 1 分=60 秒。当被问及,“你是从教科书上学到这个的吗?”教师 A1 答道:

对你说实话,我甚至不知道教材是否提到了这些,……我只是知道——我想我也用过其他的测量,你知道我们有米、厘米、毫米。这可以让他们理解,因为他们以前已经接触了很多的仅仅是度。所以他们最初的认识是,嘿,为什么我们必须还要有其他东西?度就够用了。为什么你必须要有这些呢——所以,如果我对他们作比较,比较那些他们已经熟悉的东 西,就能帮助他们理解得更多一些(面谈者:你是怎么知道这个的?)我再想想,这就像我在思考事物时我会寻找一些可比的事物。我从自己的经验中能学到很多。



如果我能让某人说,你做这个就像你做那个一样,或是你有这个就好像因为你有那个一样,这能帮助你得到一个更大的图景。我不知道我是否从其他任何地方获知这些。

根据这位教师的记忆,看起来她主要是通过她的教学经历和反思获得了这些主意。

与教师 A2 的面谈

教师 A2 在被听的代数课上明确地写在黑板上的目标是“阅读图象和分析数据”,与课本所述的有一些不同,后者包括“图象”和“表格”^①(见《代数 1:一种综合性方法》中的第 1.8 课,作者:Larson, Kanold 和 Stiff,1995,第 49~54 页)。

教师 A2 主要运用了一系列的问题向学生介绍该内容(见附录 H)。他先让学生自己做第 1 至 6 题;在对这六个问题给出简短的说明后,他就以讲授的形式演示了如何解答第 7 至 10 题;最后,他布置第 11 至 14 题给学生作为课堂练习。下面的对话更详细地说明了教师 A2 运用了哪些 PCnK 以及他是如何发展这些知识的。

面谈者:是这样。在代数课上,你让你的学生做第 1 至 6 题。那是关于条形图的;接着你又自己解释了第 7 到 10 题。为什么你做这样不同的处理?

教师 A2:行。因为两年前我曾教过这门课,我知道在初中阶段——他们中的许多人都是新生,他们在以前已经接触过条形图了。而且他们对此也已经相当熟悉了。他们并不需要在这方面作许多讲解。但他们没有学过频率分布和线条图。这是书中新的内容。所以,在这种情况下——这并不难,但却有不同。因此我就将它们放在一起。我有点知道哪些他们是懂得怎样做的,以及哪些是他们以前没有接触过的。

① 根据该教师所说,略掉“表格”部分是因为它们在前一年中已经教过了。



面谈者：噢，所以这是因为你知道这些。那你是怎么知道这些的呢？来自你的经验？

教师 A2：是的，因为一年前、或是两年前我教过这门课，学生们会告诉你，我们已经做过这些了。他们会出来说，我们去年已经做过这个了。

面谈者：所以在你第一年教这门课时，你用了不同的方法？

教师 A2：刚开始时，我大概用到了要多得多的直接传授而较少让他们自己做。我不知道他们懂些什么，所以我假定他们知道的很少。现在我对他们实际上已懂得什么以及他们应当能做什么有了更好的理解。

在讲解如何解决第 7 题时，教师 A2 提醒学生不要遗漏一个数字或把同一个数字重复两次，这是他们易犯的一种错误。

面谈者：好。现在这个问题是关于内容的。在我所听的代数课上，你向学生强调说他们需要检查那些数字，所以他们不会遗漏数字或是重复一个数字两次。你为什么这样做？

教师 A2：是这样的，这方面有一点是，我正在尝试培养他们在解各种问题、解方程、做所有事情中检查他们自己错误的习惯。所以我已试着将它结合到几乎每一堂课中，这样就经常提醒他们得进行自我检查。对于那个特别的问题，我只是从我个人做频率分布的经验中知道，如果你做得太快，就很容易遗漏某个数字或是将其重复计入两次。

面谈者：这是来自你的教学经验？

教师 A2：是的。

被听的微积分预科（荣誉班）那一堂课介绍的内容是“综合除法：余数定理和因子定理”，属《高级数学：离散数学和数据分析微积分预备》(Brown, 1997) 中的第 2-2 课。在该节课中，教师 A2 强调了余数定理的重要性。他解释说是从课本和他以前的教学经验中体会



到的。

面谈者:在我所听的微积分预科那节课上,你对学生说余数定理非常有意义、非常重要。你是怎么知道的?有谁告诉你的或者是课本告诉你的?

教师 A2:我想这主要是来自课本,同时也是来自去年和再前一年做的问题,如果一个学生不理解余数定理,他们在作除法、求因子、因式分解、求方程的根时会有困难。这一定理对以后的许多内容来说都是一个重要的基础。所以,是从课本和经验得来的。两者皆有。

教师 A2 在微积分预科课上显示的一个引人注目的 PCnK 是,即在介绍了如何运用标准的综合除法进行一个多项式除以一个两项式 $x-a$ 的除法后,他用了下面的例子解释如何使用类似的过程进行一个多项式除以二次式的除法,这是一种在数学书籍很少见到的特别的算法。^①

例:计算 $x^5 - 2x^4 + 3x^3 - x^2 + 2x - 5$ 除以 $x^2 - 2x + 3$ 。

$$\begin{array}{r|rrrrrr}
 2 & -3 & & & & & \\
 \times (-3) & & & & & & \\
 \times 2 & & & & & & \\
 \hline
 1 & -2 & 3 & -1 & 2 & -5 \\
 & & -3 & 0 & 0 & 3 \\
 & & 2 & 0 & -2 & \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & -2
 \end{array}$$

商式是: $1 \cdot x^3 + 0 \cdot x^2 + 0 \cdot x + (-1)$

余式是: $0 \cdot x + (-2)$

下面是关于这一方法的一段对话:

面谈者:在我所听的第二课堂上,你介绍了有关综合除法的另一种知识,用二次式去除一个多项式。它不在课本里。

^① 这里要说明的是,我后来由此已把多项式的综合除法推广至一般情形,并获得了关于多项式除法的一般定理。其主要结果和解释可见特地为中文版增加的附录 I。——中文版注。



教师 A2:对。是这样。

面谈者:你为什么决定要增加这个呢?

教师 A2:噢,最初时,是我的一个同事,[人名]^①向我说明如何做的。开始时,这是我们用来教数学小组学生的一个内容。但我和他讨论后认为我们也可以让我们的学生做这些。这并不是那么难的。只是学习了一种算法。而且也是值得教的。它能让你在多项式除法方面更进一步。这只是我们常常增加内容中的一个。现在我们——在测验中,会放进这样一个问题,但不会太难,而且多数时候是看他们是否能做。并不是他们能掌握所有技巧和困难的部分,而是懂基本的概念。但正是基本概念对学生可能是十分有用的。

面谈者:我知道了。你是从你的同事那里得知这种方法吗?

教师 A2:是的。我们两个人。我们一起探讨。

上述对话表明,教师 A2 是从他的一位同事那里学到了这种特别的 PCnK 的。

数学教育研究前沿

与教师 A3 的面谈

教师 A3 关于 PCnK 的回答集中于被听的第一堂课。在该节微积分课中,她向学生介绍的新内容是四个“基本求导法则”,属《微积分和解析几何》中第 2-2 课中的一部分(Larson, Hostetler 和 Edwards, 1994, 第 115~126 页)。书中该节课的另一内容是关于“变化率”,对此部分这位教师并没有按照教科书所编排的顺序,而是在那节被听的课之前就已经教过了。在面谈中她对如何获得这种想法作了说明。

面谈者:我发现“变化率”在课本中是后来才介绍的。

① 为匿名需要,这里隐去真实人名。



而你早就教了。你为什么这样处理呢？

教师 A3:是的,这是因为当你引入早些时候教的导数时,导数是有关变化率的一个比。我不希望我的学生只是机械地处理问题。我希望他们能够理解它的实际含义。所以我想结合有关的几何去处理力学。我试图将力学和几何结合在一起。如果你准备从几何的角度讲解导数,你就必须提到直线的斜率,所以你就必须要讲到变化率了。所以在逻辑上它们可以放在一起。我想你可以说我总是试着在课本真正讲到之前就开始引入有关思想。

面谈者:为什么你会知道这些？

教师 A3:我想还是经验和反思。我的意思是,我以前就教过这个内容了。当接触到某些内容时,我会对自己说,我为什么不在以前讲这个呢?它会使问题变得简单得多。所以下一次,我就会做,我就会按那样方法做。

面谈者:所以第一次你可能……

教师 A3:我可能不喜欢我第一次所做的这种方法。有时我确实喜欢我第一次所做的方法。我的意思是,我总是思考这个。我并不只是按照书本所采用的方法行事。我不会因为书本是这么处理的就照本宣科。我会看书本。我会判断是否喜欢这本书。如果我真的喜欢这本书,我就会用它。如果我不喜欢,那我就尝试寻找一种更好的方式去处理。

尽管课本中包含了这里所列的四条法则的详细证明,教师 A3 只向学生讲解了第二条法则的证明:

$$\frac{d}{dx}(c) = 0;$$

$$\frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1};$$

$$\frac{d}{dx}(cf(x)) = cf'(x);$$



$$\frac{d}{dx}[f(x) \pm g(x)] = f'(x) \pm g'(x)。$$

下述的面谈说明了其所具有怎样的 PCnK 以及她是如何发展这种知识的。

面谈者:在微积分课上,你介绍了四种简捷的法则,但你只选了其中的一条做了证明。我是说,那是第二条。

教师 A3:是的。

面谈者:你没有对其余的三条给出证明。为什么你会选择第二条呢?

教师 A3:因为第一条是一个常数的导数。明显地如果是常数,它就没有变化。第三和第四条性质——导数就是极限。它们是极限的性质。因此如果你能理解极限的性质,那些性质就能直接从极限的性质得出。所以,我们没有必要去证明它们。

面谈者:是。所以你肯定学生们能容易地就理解它们?

教师 A3:是的。

面谈者:你怎样能肯定呢?我的意思是,你是怎样知道的?这也是我所感兴趣的。

教师 A3:我所选的是他们接受起来最困难的。如果那些不怎么显而易见——他们会看某些东西,再接下去是,噢,我明白了。所以,对于那些我不给出证明。而对于那些不能理解的或是接下去是,噢,你是怎么得到的?我真的不理解。那些就是我想证明的,因此他们可以认识到在其后面存在一个有效的数学证明。

面谈者:我能否说是你过去的教学经验有助于你做这样的决定?

教师 A3:是的。但也有我的常识。如果这对我来说是明显的,那么可能对他们也是明显的。如果对我来说并不显而易见,那么对他们一定就不是显而易见的了。



面谈者：但这里的第四条法则在我看来是有些难的。

教师 A3：是这样，它是极限的性质。所以如果它是极限的一条性质——我们以前就在极限中接触过了。你看，导数也就是极限。因此，如果导数就是极限的话，所有适用于极限的性质就应当也适用于导数。但是第二条不是极限的一个性质。所以我得证明它。

教师 A3 在讲述法则时也用了一些不同于课本的例子。当被问及她为何认为这些例子会有助于学生们对该内容的理解时，教师 A3 指出这主要是源于她自身的教学经验和反思。

教师 A3 对这里最后一个问题的回答一般地涉及到她的关于微积分课以及几何课的 PCnK，按舒尔曼的说法，即是“关于什么使对于具体内容的学习变得容易或困难的理解”。

面谈者：在我所听的两次课中，什么是最难的知识或是概念？

教师 A3：最难的是学生们对机械地得到数字或是答案很在行，但他们要确切地解释那些答案的意思就很困难。它们有什么意义呢？那对他们来说是一个难点。你得到一个答案。它是什么？你得到一个数字。它是什么？它意味着什么？

面谈者：这是对所有班级而言吗？

教师 A3：是的。但有时候我想，当你做几何时，你在求一个三角形的面积时，他们得到一个数字后，会很容易地说，噢，这个数字就是面积。但是在微积分中，有些东西就不大明显。所以有时就较难让他们一直清楚他们得到的东西到底是什么。所以，我就不断地问他们。我一直问他们，告诉我你得到的是什么。画一个图告诉我你的发现。你得到了什么？

面谈者：所以那也是来自你的经验？

教师 A3：那是来自经验。



与教师 B1 的面谈

与教师 B1 进行的关于他的 PCnK 的面谈主要集中于被听的第一堂课^①，一节几何课，其中所介绍的一个重要概念是“垂直”。使用的教材是《几何：乐趣和挑战》(Rhoad, Milauskas 和 Whipple, 1991, 第 2-1 课, 第 61~65 页)。在听课后, 有三种 PCnK 被确定出来, 并在面谈中对它们的来源分别进行了提问。

教材一开始就直接给出了垂直的定义, 与此方法不同, 教师 B1 首先是让学生在一张纸沿顶部线对折、画出线段、再测量角度。当被问及他是如何设计出这种动手的方法教此概念的, 他回答这是来自他第一年的教学经验和反思, 而不是来自其他同事或是其他来源。

在给出了垂直的定义后, 教师 B1 对学生强调说不能因为从图中看起来一个角像直角, 就认定它就是直角。

面谈者:你让他们不要从图示就假定垂直。我的意思是, 你为什么说这是重要的?

教师 B1:是这样, 因为有时事情并不像它们从外表所显示的一样。所以在你判定某事前你必须要有背后的事实, 或者是有已知的信息, 或者是实际的度量。

面谈者:你是说这是学生们容易犯的一个错误吗?

教师 B1:他们会看着一个好像直角的图立刻就……

面谈者:你怎样知道呢? 你为何知道学生会犯这样的……

教师 B1:过去的教学经验。他们总是喜欢假定一些事实。

面谈者:所以你是通过你自己的经验知道了这些?

^① 对第二堂被听的课, 一节代数课, 面谈时提了两个有关问题, 但该教师的回答不够清楚, 无法加以分类编码。例如, 在被问到“你是怎样知道学生懂得这个[代数课上的一个知识点]是重要的”时, 教师回答道“你经常见到它”。本节排除了所有不清楚的回答。



教师 B1:是的。也许还有我作学生时学习几何的经验。我也许也总是作这样的假定。我看到一个角。它看起来像是直角。

教师 B1 指出了有关该概念在语言上的一个微妙的差别,即他告诉学生应该说垂直线形成一个直角,而不是垂直线等于 90° 。下面的谈话表明教师 B1 对这一点具有清晰的 PCnK 基础。也就是说,他很清楚这是学生们容易犯的一个错误。

面谈者:我也注意到当你在介绍垂直的定义时,你强调了当两条线段、或是直线、或是任何其他东西相互垂直时,它们形成了直角。你为何强调这一点呢?

教师 B1:因为在我们讨论这些时他们理解起来是有困难的。即使是今天,要是你再有在听课,你会发现有人还是说了垂直线段等于 90° 。所以我想,很重要的是我要说明它们不等于 90° ,而是它们形成的角是直角。

面谈者:还是同样的问题,你是如何知道这一点呢?

教师 B1:我想这要回到我在学几何时,我怎样做使得事情变得容易。许多我在课堂上所做的帮助学生的东西就是我自己作为学生时所做的那些帮助了我自己的东西。我想,他们如果能更多次地或是从不同的角度认识一个概念,他们就能选择一种特别的方式帮助他们自己解决问题。清楚地,教师 B1 的这一知识源自他作为学校学生时的经验。

与教师 B2 的面谈

与教师 B2 面谈集中于其被听的代数课,在该课中教师向学生介绍了“线性方程的简捷图象”,是《代数 2:一种综合性方法》的第 2-3 课(Larson, Kanold 和 Stiff, 1995, 第 78~85 页)。所介绍的是三种作一线性方程图象的方法:运用数表法、运用截距法、以及运用斜截式法。

从数学上讲,作出一个线性方程的图象只需要从该方程所得两



个点的坐标值。但是,教师 B2 要求学生求出三个点的值,再画出线性方程的图象。

面谈者:我注意到当你让学生画出线性方程 [$2x + 8y = 8$] 的图象时,你说“从数学上讲只需要两个点,但用三个点更好。”你为什么强调用三个点呢?

教师 B2:在讲这个内容的前一天,或实际可能是我们在开始这章的前两天,我们开始用数表画直线图象,我问全班“我们需要几个点确定一条直线?”他们回答两个;他们回答两个,我说“好,那么我们应该建议要有几个点画出这条线呢?”他们当然说“两个”。我说“但是,你怎样知道你是否做错了呢?如果我们取三个点不是更容易发现是否有错误吗?”这时他们才说“嗯,好吧”。他们理解了我所讲的。我接着说:“我们已经取得了一致的意见,我们画直线时就取三个点。”

面谈者:是的,这就好像是一种检验,双重检验?

教师 B2:是的,正是如此,这是一种检验性的东西。

面谈者:在我当学生时,我的老师没有告诉我要这样做。你为什么告诉他们呢?你是怎样知道这个呢?

教师 B2:这是希望可防止一些错误。这是根据我过去所看到的一些错误,在我的教学经验中我让他们找两个点他们就连起来画出了直线而不加思考。所以,希望这可以避免一些错误。

面谈者:所以,这是来源于你的教学经验?

教师 B2:是的。

面谈者:我的意思是你不是从其他教师那里获知的?一本书或是其他教师?

教师 B2:不是。

学生在利用截距作 $y = 6x + 18$ 的图象时遇到了困难,因为 y 轴上的截距是 18,太高故无法在 x - y 平面上定位,这时教师 B2 介绍了



“提升再平移”的方法,即在找到了 x 轴上的截点 $(-3, 0)$ 后,向上移 6 个单位再向右移一个单位定出第二点 $(-2, 6)$,以画出图形。在问及她是如何知道此类方法时,教师 B2 答道这部分是来自于她作为学生时的经验,部分是来自于她所使用的教科书。

下面的谈话是有关教师 B2 对什么是学生在学习代数中最大的困难的知识的。

面谈者:在代数课中你认为什么是最难学的知识或是概念?

教师 B2:在于解我们所称的文字方程,给定其他的变量,你必须解出某个变量。

面谈者:你是怎么知道的?

教师 B2:因为,我们刚用了——这是第 2 章——在第 1 章中我们刚用了两天的时间讨论如何解这类方程。所以,我知道要准备在这里会有些困难,因为他们对此确实有过很多困难。

面谈者:这还是来源于你的教学经验?

教师 B2:是的。

该教师也提到她认为学生在我所听的微积分课中会有困难,在将导数的定义与实际问题联系方面,有些学生在代数化简、有理函数方面有困难。但是,她没有明确解释她是如何形成这种想法的。

与教师 B3 的面谈

教师 B3 所被听的两堂课皆为几何课,但是第一堂课是教学习进度较慢的学生的,而第二堂课是教快班。两个班所用的课本都是《几何:乐趣和挑战》(Rhoad 等,1991)。由于第二堂课基本上按课本而展开、运用课本问题引出证明,关于教师 B3 的 PCnK 的面谈集中于第一堂课。

第一堂课介绍的是“垂直”的概念(Rhoad 等,1991,第 2-1 课,第 61~65 页)。和教师 B1 一样,教师 B3 也提醒学生不能从表象就假



定一个角是否是直角。在被问“为何你认为那是重要的或者说你为何会知道学生易犯这样的错误”时,教师 B3 回答道:

来自我的经验。他们总是认为示图是完美地按比例画的。课本也指出了这一点。在课本中,在这一课本中,列出了什么可以假定什么不可以假定的一张表。所以我只是提醒他们在以前的第 19 页有该表,有关哪些是在看图时可以假定的、而哪些是不能假定的。

教师 B3 在黑板上写了以下三种描述方式,以帮助学生掌握垂直的概念:

- D. 相交成直角的直线、射线或线段是互相垂直的。
- A. 如果直线、射线或线段相交成直角,则它们相互垂直。
- B. 如果直线、射线或线段相互垂直,则它们相交成直角。

课本只给出了定义 D。为了知道教师 B3 是怎样形成用这种方式表达该概念的思想,在面谈中进行了有关的讨论。一开始时教师 B3 并不能回答这个问题。

面谈者:我注意到当你在介绍垂直时你写下了三个句子。我的意思是,你可以用课本上的这个定义,为什么会[向学生]给出三个呢?

教师 B3:我为什么会写下另外两个?因为书本中的定义只是一个简单句:主语、谓语、宾语。我们学过条件语句。如果这样、这样、这样,那么这就是你的结论。每一个句子都可以写成如果—那么的形式。如果那不是定义,它的逆非真,未必为真。但如果那是个定义,它的逆就为真。

面谈者:所以这是来自你自己的经验,或者你是从什么地方或什么人那里学来的?

教师 B3:我不知道是从哪里学来的。

面谈者:是否有人告诉你的呢?

教师 B3:没有。

面谈者:可能是来自你自己的经验?



教师 B3:我大概是从我教的第一本教科书中学来的。因为在那本几何课本中,我们对开始证明阶段十分重视。他们[学生]慢慢地、慢慢地开始证明。他们要花大力气说清楚几何中的条件。未必有多少高深,但却是几何的基础。那也就是为什么,从我对那本教材的经验中,我能很容易地说,这一定是你所用定义中的“那么”部分。因为你知道吗,有许多学生说,我不知道应当选用什么作为理由。这也就是我所显示给他们看的。所以这就是为什么每次我在给出定义后,还要向他们说明它的逆也为真。但是在我给出定理时,这就未必为真了。

根据本研究的编码体系,看来最合理的是认为教师 B3 是从她长期的教学经验和反思中而形成这种认识的。

教师 B3 用了三种方式向学生表达垂直的概念:口头讲解,在屏幕上用书面形式说明,以及通过动手活动进行演示:让一名学生握着直尺形成一个直角。面谈表明这些都不是偶然的 Teaching 行为。事实上,教师 B3 解释说,她自己有意识地设计了这些方式,而且相应的知识基础可追溯到她在心理学上所接受过的专业性培训。

教师 B3:我试图尽量多地使用不同的直观方式。有些人喜欢看,如在电视上、在屏幕上。另一些人喜欢手里有实物。

面谈者:我知道。所以那些方式都是你自己设计的?

教师 B3:如果我能将它们置于黑板上、屏幕上,如果我有一种恰当的直观手段,我就会用尽量多的方式进行演示。我试图用多种不同的方式表述同一东西。

面谈者:你是怎么知道去设计这种方式的,我的意思是,让学生做出一个 90° 的角?这是你自己想出来的吗?

教师 B3:我不知道为什么。但当我看到如“垂直”这样的词时,我知道我可以将它写下来。但并非每个人会读并能立即懂的。所以我就试图用直观的手段。这就是那里可



以用到直尺和其他——所以我尝试进行他们所谓的直观方式,也有口述方式。我想试各种方式。

面谈者:是。那你是什么时候开始意识到直观方式是有帮助呢?

教师 B3:可能是很早,在我还是——你知道我怎么告诉过你我每年暑期都去学校吗?这是在很早以前了,它们有关于皮亚杰(Piaget)的。他们有关于右脑和左脑的。我恰巧参加了其中的一些课程。

面谈者:我懂了。是研讨班。

教师 B3:研讨班。他们说有些学生,因为右脑的缘故,左脑在思考,只有当你写出来时才能理解。另一些人必须触摸它、感觉它,你知道,就像艺术,要画出来。所以,在那个研讨班上,他们说如果你能两者都做到,你做得越多,每一个人就越可能——你就能以这种或那种方式抓住某个人的注意力。所以我每次去参加研讨班时,而且我教书已经有29年了,我就会从中学到许许多多课本上学不到的技巧和知识。还有,你知道吗?在你教了许许多多次后,当一个学生像这样[显示有问题],你就会尝试其他方式。如果他们显示没问题,你就想,行。让我继续下去。你知道他们在[慢慢]点头说是。他们看起来是理解了。但是如果他们就像这样[的表情],他们就像有困惑。

与教师 C1 的面谈

教师 C1 所被听的课一节是代数课,使用的教材是 UCSMP《代数》(McConnell等,1996),另一节是微积分预备/离散数学课,用的教材是 UCSMP《微积分预备和离散数学》(Peressini等,1992)。

该代数课介绍的是“代数分式的乘法”,相对应于所用课本(McConnell等,1996,第85~90页)中的第2-3课。尽管这一内容对



学生而言似乎相对容易,教师 C1 还是特别让学生注意分数的分母不能为零这一事实。下面的谈话表明教师 C1 认为这是一个重要的概念,且学生在当分母含有变量时会遇到困难。

面谈者:好。你怎么知道需要向学生强调,分数的分母不能为零?

教师 C1:因为当你引入分母含变量的思想时,那是一个重要的概念。当它是数时,没有问题。如果分母出现零,大多数学生会说,哦,那看起来不对。他们已见到过足够多的例子知道分母不应当出现零。但一旦当你放入一个变量,你就要确保让他们记住不能为零的规定依旧存在,而且他们考虑这一点时必须将变量放进去。

面谈者:你是怎么知道不要让学生犯这一错误是重要的?

教师 C1:我的老师教我时就说那是重要的。我是怎么会知道他们会犯那样的错的?因为我一次又一次地看到这样的错误。

面谈者:所以这是来自你自己的教学经验或是学习经验?

教师 C1:是的。

面谈者:两者都有?

教师 C1:可能两者都有吧,但更多的是来自教学经验。

与修课相比,从教课中你能学到更多,我是这样认为的。

当教师 C1 在解释如何在应用题中运用乘法求出面积和体积时,他提醒学生在从数学运算中得到结果后不要忘掉单位。在面谈中,他说他是从自己的教学实习经历中学到这些的。

面谈者:在代数课上,你确保学生没有忘掉单位。

教师 C1:而他们总是忘掉单位。

面谈者:你是怎么知道的?

教师 C1:那是经验。当我在这里当实习生时,我教的



是几何。而这些孩子就是这堂代数课结束后的下一班。在我给他们的每一次测验中，他们都会忘记写下单位。你可以一遍又一遍地提醒他们。

面谈者：所以那是你自己的经验？

教师 C1：是的。那是在教学中所体验到的。

面谈者：不是从任何别的来源或是他人那里得来的？

教师 C1：不是。现在，[数学部主任]^①也对我强调同一件事情。他说，要确保学生在单位上没有问题。

虽然我注意到，不清楚的是，教师 C1 对这件事在教学上的信念是否通过他的在职教学经验和他的同事即该数学部主任而得到了加强，但清楚的是，教师 C1 形成这种信念的主要来源是他的实习教学，这是职前培训的一个组成部分。因此我将这里的来源编码列为职前培训。

第二堂课是微积分预备/离散数学，介绍的内容是“二次式的配方”，是教师在第 2-2 课(Peressini 等，1992，第 87~92 页)后增加的一堂课，为的是加深概念并帮助学生对学习课本第 2-3 课(第 93~99 页)做好准备。

不同于向学生给出现成的公式：

$$ax^2 + bx + c = a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 + \frac{4ac - b^2}{4a},$$

教师 C1 用了两个具体的例子向学生说明如何对一个二次表达式配方。在面谈中他解释了他关于这种方法的知識基础以及相应的来源。

面谈者：在微积分预备课上，你使用了两个具体的例子向学生展示如何做。对我来说，问题是你为什么不直接向学生介绍像这样的一个公式呢[参看上文]？

① 为匿名需要，这里隐去真实人名。



教师 C1: 因为如果你给他们这个一般公式, 他们就会想着只把它背下来, 而他们会背错。我自己就没有背住该公式。我不记公式。现在, 我能够推导它。也许今天我将向他们说明, 它是从哪里来的, 因为这样我就可以把它和他们已经学过的解二次方程的公式联系起来。

面谈者: 在我看来, 在你昨天所用的方式中, 你似乎比较喜欢用具体的例子展示如何做。

教师 C1: 是的。我希望他们能先尝试一下。

面谈者: 而你是怎么知道这样是可行的呢?

教师 C1: 因为我就是这样学的。多数是这样, 因为我就是通过例子来学习的。在我还是个孩子时如果有公式, 我会将公式写下来, 不过我还是先会搞清楚它是怎么来的。

面谈者: 所以这就是为什么你设计两个例子向学生说明该怎么做。

教师 C1: 是的。因为如果我一开始就给学生一堆字母, 他们都会被搞混乱。但如果我先向他们展示两个例子, 然后再进入形式化的东西, 他们也许就能学好它了。

面谈者: 好。我知道了。

最后, 下面的讨论说明了教师 C1 的关于学生在他所教的微积分预备课中很可能碰到的最大困难的知识以及他是怎样知道这一点的。

面谈者: 在我所听的微积分预备课上, 你让学生完成如 $(x^2 + bx + 0)$ 的配平方。我想这是否就是本节课中最难的部分。

教师 C1: 是的。那是一个困难的部分。学生在这上面有困难。

面谈者: 你怎么知道这是最难的呢?

教师 C1: 我是怎么知道他们在这上面会有困难?

面谈者: 是的。我就可能不知道这些。



教师 C1:行。我记得这个概念是在我念高中时学的,而且我记得我的一些同学没法完成这些。

面谈者:从你作为高中在校生时的经验得来的?

教师 C1:作为学生时。我的意思是,我记得这个概念对高中的学生来说是困难的。我记得是在做学生时。这对我并不太难,但对我的同学却是困难的。很多时候我不得不在这一概念上帮助他们。

清楚地,该教师作为学生时学习这一内容的经验给了他关于什么是困难的印象。另一个例子是,他提到:“我仍旧记得我的第一个高中数学老师,他在教我的第一学季时就去世了。我只跟他相处了九个星期,但我仍记得他所做的事。”顺便说,面谈中其他的教师也提到他们对自己在学校中的一些事情记忆犹新。

与教师 C2 的面谈

与教师 C2 的有关她的 PCnK 的面谈集中于她被听的第二堂课,一节微积分预备/统计课。在该节课中她介绍了“阶梯函数”,相对应的是 UCSMP《函数、统计、和三角学》中的第 2-4 课 (Rubenstein, Schultz, Senk, Hackworth, McConnell, Viktora, Aksoy, Flanders, Kissane 和 Usiskin, 1992, 第 99~104 页)。而另一堂被听的课介绍的是“运用自动绘图仪画函数图象”,属 UCSMP《高级代数》(Senk, Thompson, Viktora, Usiskin, Ahbel, Levin, Weinhold, Rubenstein, Jackowiak, Flankers, Jakucyn, Halvorson 和 Pillsbury, 1996)课本第 2 章中的一个供选学的课堂活动,该堂课提供的机会更多的是在观察教师在技术方面的知识而非 PCnK。

在对上限函数给出定义前,教师 C2 先提出了一个现实生活中的问题——奥黑尔(机场)^①停车库问题。所给条件如下:

① 奥黑尔(O'Hare)机场位于芝加哥西北部远郊,是全球最大、最繁忙的机场之一。——中文版注。



奥黑尔中期停车 驶入费: \$ 4.00 每小时: \$ 3.00

该教师告诉学生有一次她在那里停了 4.5 小时的车,但付停车费时被算为 5 小时。在问学生为何按此法计算付费后,教师 C2 介绍了取数字近似值中“进尾”的概念,并让他们找出更多“进尾”及“去尾”的实际例子,例如,进尾有——电话账单、销售税、邮费、旅馆住宿;去尾有——薪水、超时工作,等等。接着教师 C2 再逐步地向学生给出该类函数的正式定义、符号、求值以及图象。

关于上述教学安排,在面谈中向教师 C2 所提的第一个问题是:“你是怎样设计出此方法的?”

教师 C2:我用这种方法,是因为我就是这样想的。

面谈者:因为人们通常会首先给出定义,而我所感兴趣的是你怎样知道这种方法可行呢?

教师 C2:因为我认为他们的理解并不先从定义开始,所以我不想用那种方法。我想我以前曾用那种方式教过。因此现在这样,我想是来自我过去的教学经验吧。我以前也曾先从定义教起,但我发现他们对如最小的整数等等的意思一点也不清楚。他们感到完全被搞糊涂了,他们无法理解为什么一会取上,一会取下,所有这些东西。这就是原因。

面谈者:这是来源于你过去的经验。

教师 C2:过去的教学经验。

面谈者:你是怎么知道奥黑尔停车库的?

教师 C2:我知道奥黑尔停车库是因为我曾经几乎是天天都在那里停车。当我还在[公司名]^①工作时我几乎天天

① 为匿名需要,这里隐去该公司的实际名字。



要乘飞机旅行,所以我可以告诉你他们的收费率,我想是这样吧。

另外明显不同于教材的是,教师 C2 表达“阶梯函数”的方式是先介绍上限函数 $f(x) = \lceil x \rceil$, 再介绍最大整数函数(下限函数) $y = \lfloor x \rfloor$ 。当被问及为何她会设计这样一种不同的方式介绍这一内容时,她解释说:

教师 C2:我有意选择这样不同的方式上阶梯函数这节课,因为我想为什么当最大整数函数还没有实际应用时我们就要介绍它呢。学生对另外一个函数即上限函数比对下限函数找参照事物要容易得多,所以我决定就从上限函数开始,尽管在数学上多数书本都是从下限函数开始的。但你可以看到他们从停车场这个例子中得到启发,这容易得多。

面谈者:你怎么知道那会容易得多呢?

教师 C2:我想这样做的基本前提是,如果他们能够把它和他们遇到过的任何情况联系起来的话,他们就能开动大脑的记忆,进行回想,这样就会建立起一种关联。他们就会建立起智力上的关联。我是怎么知道这些的?

面谈者:你是怎么得到这种知识的?

教师 C2:我获得这种知识是因为我在今年八月中旬参加了一个有关脑研究的研讨班。在研讨班中他们所讨论的话题之一是大脑是如何不断地建立关联的,所以我们在数学中已经提到许多这样的东西,但他们强调你确实需要与以前所知的某种东西建立关联。所以我想,我所用的基本上就是这样的前提。什么是以前所知的呢?是这样,他们可能不知道符号,所有我说他们真正要了解就要通过亲身经验,那什么是经验呢?是上限函数。在实际生活中大多数时候你是用进尾的,所以我认为那就是一种关联。



因为像 TI-82 和 TI-83 这样的作图计算器只能画出下限函数 $y = \lfloor x \rfloor$ 的图象,但不能画出上限函数 $y = \lceil x \rceil$ 的图象,该教师介绍了一种特殊的方法来表达上限函数,亦即, $y = -\lfloor -x \rfloor$, 这样就可用作图计算器画出上限函数。当被问到她是怎样知道这一点时,教师 C2 指出:

我知道这个是因为我发现自己用计算器无法做出,而我的一个同事,我恰巧问了我的一位同事,该同事告诉我说,噢,我想你所要做的其实就是这个,这就是我所做的和我怎样找到办法的。一位同事告诉了我。

注意在该教科书的教师版中也给出了上述提到的这种特殊的表示上限函数的方法(Rubenstein 等,1992,第 100 页)。这表明教师有时并没有充分利用教科书作为他们的 PCnK 的一种来源,而和同事的交流则可能成为了一种更方便的来源。事实上,从前一节所讨论的问卷调查数据来看,这也是一种比教科书更为重要的来源。

与教师 C3 的面谈

我所听的教师 C3 的第一堂课是几何课,教学内容是:“下结论”,教科书是《几何:乐趣和挑战》(Rhoad 等,1991,第 2-4 课,第 72~75 页)。

有关 PCnK 的面谈是从这样一个事实开始的,为教学该内容,整堂课是让学生们解决和讨论课本中问题 A 组(1~7)和 B 组(8~12)中的问题。

面谈者:在你的几何课中,你使用了教材中的 12 个问题。而且你先让学生提出他们的解答,然后你进行解释。我不知道你为何要用全部的这 12 个问题,而不只是选择其中的一些。

教师 C3:因为这是一个很强的基础,在过去我发现如果没有花时间将所有这些题都逐个的过一遍,他们就会

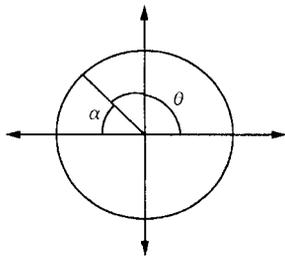


有很大的困难。换句话说,这些题并不都一样。这里给出的每一个不同的题都有十分不同的概念。

面谈同样揭示了教师 C3 有关在几何课中什么是最重要或最难的知识,正如她所说:

我知道非常重要的一点是,他们要理解论证的环节,理解他们必须懂得的逻辑——他们在条件语句及其逆上有非常大的困难。所以非常重要的一点是,在几何课的一开始就确保他们理解,如果他们要在证明的某一部分开始用“如果 p”,他们就必须已经说过“p”为真。[面谈者:你是怎么知道这些的?]因为我教这门课已经有五至十年了,我已经看到过学生推理中所存在的错误。所以,从过去的经验中,我知道陷阱是什么。我知道在哪里他们会碰到麻烦。所以我知道该强调些什么。我也知道他们在理解是否“如果平分,则角全等”或是当他们遇到“如果角全等,则平分”上有困难。所以我知道要花一定的时间在下简短的结论上面。

第二堂被听的课是教学习进度较慢学生的代数课,用的教材是由该学校数学部自编的。该堂课介绍了“单位圆”的概念,其中“参照角”这一子概念(见下图)对学生而言尤为困难,教师 C3 用了许多的图象表达方式向学生说明概念和解决与该概念有关



α 是由 θ 的终边及 x 轴所构成的参照角

的问题。下面的记录说明了教师 C3 是如何发展她的关于运用图象表达在教学这一班学生能起到帮助作用的知识的。

面谈者:在代数课上,你用了许多的图象表达。

教师 C3:这些学生是直观上的学习者。他们需要看得见东西。他们对任何抽象的东西都有着很大的困难。你必须非常明确、非常具体。你不能

用抽象的术语讲,因为他们的智力还没有发展到那里。



面谈者:是的。现在我的问题是,你是如何或者说你是什么时候开始意识到,学生用直观化学习或是利用图象表达学习会容易的呢?

教师 C3:实际上有三件事情。一个是我过去的经验。第二是与我同事在一起工作,也看到他们尝试过直观化的东西。而第三是我参加了许多的会议。

作为对本节的结尾,表 6.6 对上述所分析的面谈数据作了一个总结。它表明了对每一来源,有多少教师认为该来源有助于发展他们关于在被听课上所教课题的教学的内容知识,而对每一个被面谈的教师,他从多少来源得到了其在被听课上用到的 PCnK。

表 6.6 来自面谈材料的教师关于教学的内容知识的来源

来源 ^a	A	B	C	D	E	F	G	H
教师 A1							是(3)	
教师 B1	是(2)						是(2)	
教师 C1	是(3)	是(1)					是(1)	
教师 A2					是(1)		是(3)	是(1)
教师 B2	是(1)						是(2)	是(1)
教师 C2			是(1)		是(1)		是(1)	
教师 A3							是(4)	
教师 B3			是(1)				是(3)	是(1)
教师 C3				是(1)	是(1)		是(3)	
合计 ^b	3(6)	1(1)	2(2)	1(1)	3(3)	0	9(22)	3(3)

a A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思,H=教科书。

b 括号内的数字是教师解释他们从相应的来源学到的(无论多少)不同的 PCnK 的数目。

从表 6.6 和前面的讨论来看,毫无疑问,教师“自身的教学经验和反思”是教师发展其自身的 PCnK 的最常用的来源。从他们的教



学经验中,教师学习和积累了广泛的关于他们在课堂上所教数学课题的 PCnK,诸如什么是重要的和应当要强调的(例如,教师 A1、教师 C3)、什么是困难的(例如,教师 C1、教师 A3、教师 B2、教师 C3)、什么是容易的(例如,教师 A2、教师 B2)、哪种方式用于讲解概念可行(例如,教师 C2、教师 B3)、哪种方式不可行(例如,教师 C2)、哪些技巧可帮助学生避免犯错(例如,教师 B2)、哪些错误是学生容易犯的(例如,教师 A2、教师 B3),等等。

也显而易见的是,根据面谈数据资料,没有教师把“阅读专业书刊”说成是他们在被听的课堂上展现的 PCnK 的一个来源。虽然有些出人意料,我认为该结果清楚地表明它无论如何不可能是教师 PCnK 的一个重要来源。我认为其原因是一方面教师没有经常阅读专业书刊(更详见第 8 章),另一方面是没有很多供教师阅读的这类专业参考书刊。

最后,面谈所提供的实证依据也说明教师从许多其他的来源中学到了各种 PCnK。除了他们“自身的教学经验和反思”外,他们也从自身“作为学生时的经验”、“在职培训”、“和同事的日常交流”等发展他们的 PCnK,不过只从面谈中比较各种来源的相对重要性并不容易,这样做也不是面谈的目的。



发现的总结

本章报告的发现是关于教师是怎样发展他们的教学的内容知识的。该问题是通过三个方面进行研究的。第一是问卷调查,包括两个开放性问题,问教师他们最近教的内容,他们怎样向学生进行表达这些内容以及他们是如何知道所用的表达方式的;第二是通过 9 位教师的课堂听课,目的是明确这些教师对课堂上所教的内容有哪些 PCnK;第三是对该 9 名教师进行的面谈,其目的是获得关于教师实际上怎样发展他们在被听的课上所表现出的 PCnK 的实证依据和详细的考察。



从对问卷调查数据的统计分析和对面谈数据的各个案检验,可以得出三个主要结果。

第一,存在有各种不同的来源,教师可以由此发展他们在其日常教学活动中最经常要用到的教学的内容知识。

第二,相对来说,对教师发展其 PCnK 最为重要的来源是他们“自身的教学经验和反思”以及他们“和同事的日常交流”。第二等重要的来源是“教科书”、“作为学生时的经验”、“有组织的专业活动”、“在职培训”以及“阅读专业书刊”。最不重要的来源是“职前培训”。从统计上看,如果以“有组织的专业活动”为比较标准,第一组中的来源在 0.05 的水平上显著地更为重要,第二组中的来源按重要性来说就没有显著不同,而第三组中的来源,即“职前培训”,在 0.05 的水平上是显著地较不重要的。

此外,除了来源“和同事的日常交流”,所有其他的来源对具有不同教龄的教师具有同等的重要性。而对该来源,较年轻教师从中学到的比他们资深的同事要显著地更多。



第 7 章

研究的发现(三): 教学的方法知识

本章旨在探讨的问题是——教师是如何发展他们有关教学策略及技能的知识的,即,他们的关于教学的方法知识。就如第 3 章所讨论的,本研究根据 NCTM 的标准把教师关于教学的方法知识(PIK)定义为他们的关于教学策略以及课堂组织模式的知识。在某种意义上,它的一个更为研究者常用的同义词是“一般性教学法知识”,根据舒尔曼,其意思是“那些显得超越于学科之上的关于课堂管理和组织的广义的原则和策略”(Shulman, 1987, 重点由本书作者所加);而当“教学法知识”被狭义地限定为“教师关于一般教学过程诸如有效的教学安排策略、课堂常规、行为管理技能、课堂组织过程、以及激励技能等的知识”(Fennema 和 Franke, 1992, 第 162 页),它即是“教学法知识”本身。简而言之,PIK 中的教学策略及课堂组织技能是关于教学的,但一般来说并不特别限于数学教学,更绝非是限于教学某一特定的数学内容的(这是与第 6 章所讨论的教学的内容知识的一个重要区别)。

另外,我要在本研究中对教师使用教学策略(或技能、或方法、或模式、或技巧)和教师的其他的一些教学行为作一区分。即就是,教师使用的策略具有稳定性而且经常有预备性;换句话说,这些教学策略已经被他们内化,且在一定的教学条件下他们很可能(虽然非绝对)会使用相应的教学策略。与之成对照的是,教师其他的一些教学行为往往是对某一非确定教学环境的即时的或是本能的反应,而不存在一种稳定的模式。例如,如果一个教师觉得某节课时间不够,所



以在上该节课一开始对以前的内容知识没有加以复习,那么这在本研究中就不被认为是一种策略。事实上,如果下一次课有时间的话,该教师可能在开始时先复习(以复习开始授课实际上是他的策略)。但是,如果他认为复习会让学生认为他们总可以等待下一次机会进行弥补,所以他通常不复习旧课,那么在上的一开始不进行复习就被认为是该教师的一种教学策略。关于这两种教学行为的知识基础可能是不同的。

专门研究或传播有效的教学策略以及课堂管理模式的理论性或实践性的书籍数量极多,如博里奇(Borich, 1992)、古德和布罗菲(Good 和 Brophy, 1994)以及迈尔斯和迈尔斯(C. B. Myers 和 L. K. Myers, 1995),不胜枚举(更不用说杂志文章了)。它们涉及的范围从一般的方法如怎样使用合作学习,到特殊的技能如在课堂教学中怎样提问和怎样使用等待的时间。

为了确定教师是如何发展他们的 PIK 的,本研究使用了问卷调查、课堂听课以及课堂听课之后的面谈。下面所报告的就是根据对从那些数据来源分别收集得来的数据进行分析所得到的研究发现。



7.1

问卷调查数据的分析

问卷调查表(见附录 B)中的问题 19 是关于教师是怎样发展他们的教学的方法知识的。所有 69 名教师都回答了这一问题。表 7.1 通过列出对各种来源给出不同评价的教师的数量分布,总结了他们的回答。

从该表可清楚看出,教师有各种不同的来源用于发展他们的 PIK,且对于不同的教师,他们发展自身的 PIK 的主要来源可能是不同的。更重要地,将给予肯定性评价“很大”和“有些”的教师的百分比合起来看,总的来说,教师“自身的教学经验和反思”(98.6%)以及“和同事的日常交流”(97.1%)是教师获取他们的



PIK的最重要的两种来源;“在职培训”(74.5%)和“有组织的专业活动”(59.4%)看来也得到了相当高的承认;而“作为学生时的经验”(40.6%)、“职前培训”(39.1%)以及“阅读专业书刊”(27.5%)则是最不重要的来源。

表 7.1 给各种来源对其教学的方法知识的贡献作不同评价的教师人数分布

来 源	贡 献 的 程 度			
	很大	有些	很小	没有贡献
作为学生时的经验	6 (8.7%)	22 (31.9%)	21 (30.4%)	20 (29.0%)
职前培训	5 (7.2%)	22 (31.9%)	29 (42.0%)	13 (18.8%)
在职培训	21 (30.4%)	31 (44.9%)	11 (15.9%)	6 (8.7%)
有组织的专业活动	12 (17.4%)	29 (42.0%)	21 (30.4%)	7 (10.1%)
和同事的日常交流	50 (72.5%)	17 (24.6%)	2 (2.9%)	0 (0.0%)
阅读专业书刊	4 (5.8%)	15 (21.7%)	34 (49.3%)	16 (23.2%)
自身的教学经验和反思	60 (87.0%)	8 (11.6%)	1 (1.4%)	0 (0.0%)

注： $n = 69$ 。括号内的数字是给出相应评价的教师的百分比。由于舍入关系，各行百分比之和可能不恰为100%。

根据教师在问题中的平均评价，图 7.1 显示了不同来源对教师的 PIK 的作用的总体性比较。

我们可以看到，根据图 7.1 中所示教师的平均评价，各种来源对发展教师教学的方法知识所起的作用，按最重要到最不重要排序，依次为教师“自身的教学经验和反思”(3.86)、“和同事的日常交流”(3.70)、“在职培训”(2.97)、“有组织的专业活动”(2.67)、“职前培训”(2.28)、“作为学生时的经验”(2.20)以及“阅读专业书刊”(2.10)，与表 7.1 中给出的给予肯定性评价的教师百分比的顺序，除“职前培训”及“作为学生时的经验”外，是一致的。



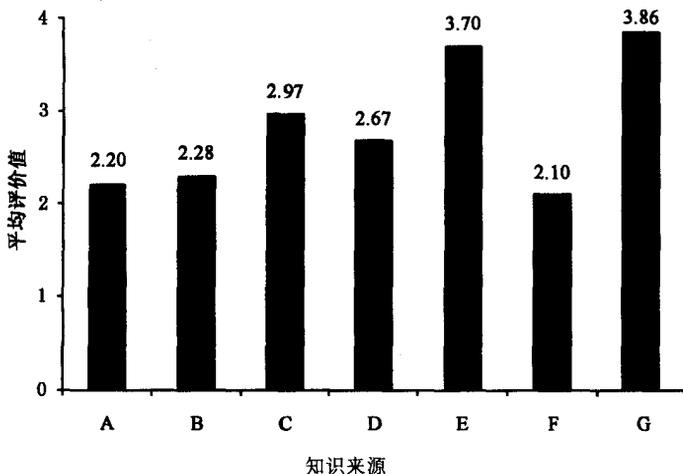


图 7.1 关于不同来源对教师关于教学的方法知识的贡献之比较

注:(1)各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。(2)图中使用的序数量值为:4=很大,3=有些,2=很小,以及1=没有贡献。

在上述初步分析的基础上,本研究对数据还做了进一步的对数线性回归分析。附录 G 中的表 G.4 呈现了使用 SAS 所得的“PROC LOGISITC”的主要结果,包括对参数的最大似然估计和相应的显著性检验。

依照第 5 章中所用的对数线性回归分析的相同原理,我们可以知道,根据表 G.4 中的参数估计值,各种来源对教师 PIK 发展的重要性依次为教师“自身的教学经验和反思”(G: -3.4997)、“和同事的日常交流”(E: -2.5913)、“在职培训”(C: -0.7146)、“有组织的专业活动”(D: 0)、“职前培训”(B: 0.8041)、“作为学生时的经验”(A: 0.9635)以及“阅读专业书刊”(F: 1.1670)。

应当注意的是,基于上述对数线性模型所得出的不同来源的重要性顺序与根据图 7.1 所显示的教师对这些来源的作用做出的平



均评价值得到的顺序是一致的。

更进一步,从表 G.4 中 $Pr > \chi^2$ 的值,我们看到,与来源“有组织的专业活动”相比较,教师“自身的教学经验和反思”、“和同事的日常交流”以及“在职培训”在 0.05 的水平上显著地更为重要,而“职前培训”、“作为学生时的经验”以及“阅读专业书刊”则显著地更不重要。

关于教师教学经验的长短与教师就不同来源对他们 PIK 的贡献所作评价的相关性,我再次将所有教师分为三组:教组一是具有 0~5 年教学经验的教师,教组二有 6~15 年的教学经验,而教组三则有 16 年以上的教学经验。

图 7.2 显示的是三组教师就不同来源对在发展他们的 PIK 中所作贡献的平均评价,从中我们可以看到各组别间在总体评价上有怎样的差异。

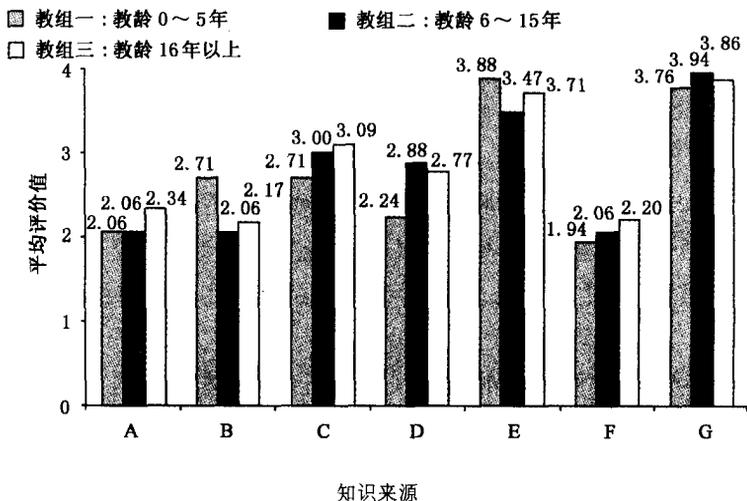


图 7.2 三组教师关于不同来源对其教学的方法知识的贡献所作平均评价之比较

注:(1)各知识来源的代号是,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。(2)图中使用的序数量值为:4=很大,3=有些,2=很小,以及1=没有贡献。



图 7.2 中显示最大的差异存在于来源 B(“职前培训”), 教组一与教组二间的差异为 0.65, 以及来源 D(“有组织的专业活动”), 教组一与教组二间的差异为 0.64; 其他所有的差异为 0 至 0.41。总体上, 三个组别对所有来源所做的平均评价的差异相对地显得不大。

表 7.2 给出的是三组教师中关于每一种来源对其 PIK 的贡献所作不同评价的教师人数分布。表中也包括了对每一种来源所做的 χ^2 检验, 由此我们可以看出三组教师在统计上是否存在着显著的差异。

**表 7.2 给各种来源对其教学的方法知识的贡献
作不同评价的教师按组别人数分布**

来源 A: 作为学生时的经验

评 价	教组一(0~5 年)	教组二(6~15 年)	教组三(16+ 年)	合计
很 大	0	1	5	6
有 些	6	5	11	22
很 小	6	5	10	21
没有贡献	5	6	9	20
合 计	17	17	35	69

χ^2 检验: $\chi^2 = 3.5290$ $df = 6$ $p = 0.7401$

来源 B: 职前培训

评 价	教组一(0~5 年)	教组二(6~15 年)	教组三(16+ 年)	合计
很 大	2	1	2	5
有 些	10	3	9	22
很 小	3	9	17	29
没有贡献	2	4	7	13
合 计	17	17	35	69

χ^2 检验: $\chi^2 = 9.9218$ $df = 6$ $p = 0.1280$



来源 C: 在职培训

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	3	4	14	21
有 些	9	10	12	31
很 小	2	2	7	11
没有贡献	3	1	2	6
合 计	17	17	35	69

χ^2 检验: $\chi^2 = 6.9005$ $df = 6$ $p = 0.3301$

来源 D: 有组织的专业活动

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	0	5	7	12
有 些	7	6	16	29
很 小	7	5	9	21
没有贡献	3	1	3	7
合 计	17	17	35	69

χ^2 检验: $\chi^2 = 7.0450$ $df = 6$ $p = 0.3167$

来源 E: 和同事的日常交流

评 价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很 大	15	10	25	50
有 些	2	5	10	17
很 小	0	2	0	2
没有贡献	0	0	0	0
合 计	17	17	35	69

χ^2 检验*: $\chi^2 = 8.6634$ $df = 4$ $p = 0.0701$



来源 F: 阅读专业书刊

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	0	1	3	4
有些	3	4	8	15
很小	10	7	17	34
没有贡献	4	5	7	16
合计	17	17	35	69

$$\chi^2 \text{ 检验: } \chi^2 = 2.6091 \quad df = 6 \quad p = 0.8561$$

来源 G: 自身的教学经验和反思

评价	教组一(0~5年)	教组二(6~15年)	教组三(16+年)	合计
很大	13	16	31	60
有些	4	1	3	8
很小	0	0	1	1
没有贡献	0	0	0	0
合计	17	17	35	69

$$\chi^2 \text{ 检验**}: \chi^2 = 2.4971 \quad df = 2 \quad p = 0.2869$$

* 因为这里最后一行中的每一项都为0,不能直接使用 χ^2 检验。这里的结果是将该检验运用于表中的不包括最后一行的部分得到的。

** 此结果是将检验用于 3×2 的表格而得到的,其中第一行不变,而新的第二行是由原第二、三行相合并而来的以符合使用 χ^2 检验的通常假设。原最末一行因为每一项都为0而未被包括在内。

表 7.2 中 χ^2 检验的 p -值表明,在 0.05 的水平上,三组教师在每一来源的分布上并不存在显著差异。结合图 7.2 所显示的描述性比较的结果,我们可以看到,教师教学经验的长短并没有显著地影响教师怎样看待不同来源对发展他们关于一般教学策略和课堂管理技能的知识的重要性(贡献)。换句话说,每一种来源对于具有不同长短的教学经验的教师在发展他们关于教学的方法知识方面基本上具有相同的重要性。





7.2 面谈资料和数据的分析

就如前面所提到过的,本研究中对9名教师的面谈是在对他们的教学作实际听课之后进行的。听课的目的是希望为研究者提供具体而明确的情景,通过观察教师的课堂教学行为确认教师具备的知识。采用该研究方法的深层理由是因为一个教师的任何一种教学行为,从采纳一般性策略到使用特殊的技巧,本质上是他自身所做决定的结果,而这又取决于他所具有的知识(Fennema和Franke,1992)。

所作的听课观察表明,教师在教学中使用了广泛的教学策略和技能。有些被普遍地用到,而且在最近几年中也受到人们的高度提倡,如合作学习;有些更为细巧,仅为少数教师中用到,如要学生自愿回答问题;还有一些就更加特别,只为一两名教师所使用,如让学生在全班面前进行口头表述。

在听课观察之后,每一名教师的四至六种在授课中表现出来的教学策略和技能,一般的如合作学习、或特殊的如投影仪的使用,得到了明晰的(不过自然并非全部的)认定,有关该名教师是怎样发展这样的教学知识的问题随后在与该教师的面谈中就被提了出来。面谈也给有些一般性的教学策略,如“让学生在数学上读和写”,给予了注意,尽管它们未必在有些教师所被听的课上被用到。

下面所叙述的是对收集到的数据资料的分析。对于每一名接受听课和面谈的教师,我首先直接使用取自对话的一些详细的记述,以具体说明每一名教师怎样从不同的来源中发展他对一些(通常是两至三种)特定教学策略和技能的知识。然后,我将根据本研究的编码体系,把从每一名教师上的发现就其被明确认定的教学策略和技能以及该教师所说明的相应知识来源列表加以归纳。

应当指出,这里所明确认定的每一名教师的一系列教学策略和技能无论在何种意义上都不是穷尽全部的。这主要是因为对每一位



教师我只做了两堂课的观察,教师不大可能在两堂课中就使用到他们所知的全部的教学策略或是技能。另外,表中所列也没有包括教师不记得或是未作说明主要的知识来源是什么的那些教学策略或技能。例如,教师 A3 在面谈中提到她确实要求学生进行数学“写作”,但她没有解释她是怎样获知这种思想的。另一个例子是,当教师 B3 被问及是怎样获知在数学教学中使用投影仪的知识时,她的回答是“[用投影仪]没有什么可学的。”顺便指出,在本章中我也没有包括“使用技术”和“使用教辅实物材料”,因为根据本研究的思想框架它们在第 5 章中已经被考虑了,尽管在某种意义上它们可以看成是“教学策略”。

与教师 A1 的面谈

任何一个第一次访问教师 A1 所工作的学校的人都会对该校所有的数学课都使用合作学习这一事实留下印象;学生们在课堂上被安排总是坐成四人一组并进行合作学习。事实上,所有的数学教师,无论年轻的或是年长的,都被期望而实际上是被要求使用这种策略。但是,是否每一个教师都是以相同的方式发展起他们关于合作学习的知识的呢?这里是教师 A1 对她怎样发展她关于该种策略的知识的说明。

面谈者:作为一般的教学方式,我注意到你[在我所听的班上]运用了大量的合作学习。如在几何荣誉班上,你将两份作业纸发给让学生们以小组的形式一起完成,再让他们互相交换检查答案。你为什么要这样做?

教师 A1:我对他们做了许多这样的事情。从我的教学经验我注意到,我也坚信,如果我能够向你解释怎样做某事,[或者]我能够向你展现怎样做某事,那就意味着我真正理解了该怎样做它。所以让他们用语言向别人作解释,正好让他们相互帮助。我想他们所拥有的最有价值的资源之一就是他们同伴自己。我想是我[从自己的经验中]发现这



些的——我想不是别人告诉我这些的。

面谈者:你是什么时候开始第一次知道有关合作学习的策略的呢?

教师 A1:我在大学时学过一些,后来在教学实习中也用到过。我们当时使用时更多是非正规性的。这里,他们的课桌就是按组排的^①。当我在教学实习时,[更像是]是让我们大家一起作小组活动,而学生坐位仍旧是按行排;他们必须移动坐位组成小组,而他们也未必明确有他们必须完成的任务。我想现在,是这样——多得多的我明确告诉他们什么是他们需要做的以及什么是他们需要完成的。

教师 A1 的另一个被认定的教学策略是在这两堂被听的课的一开始都使用了热身性问题。在面谈中,她告诉我她总是这么做。在被问到关于这一知识的来源时,她提到,除了她的职前培训外,有一本专业书怎样在这方面对她特别有帮助。

面谈者:你为何总是要用一道热身性问题呢?

教师 A1:因为这可使他们[学生]进教室坐好。让他们准备好学习用具,这样当上课铃声响时他们就已经在思考了。

面谈者:你是怎么知道这个的呢?

教师 A1:我最早是在教学实习时开始这样做。我的合作教师^②这样做了一些。我也从某处一本教育著作中读到过这样的主意。然后,当然在这里工作和学生及教师在一起,我想每个人都是如此[使用了这种技能]。

面谈者:你的意思是你在这里读到一本教育著作?

教师 A1:我是从——这很有意思。实际上,我在上大

① 根据我所听的课以及该校数学部主任告诉我的情况,该校所有的数学课都是如此。

② 指原任课教师。——中文版注。



学时读到过那本书,是在修可能是本科阶段对我最有用的教育课程之一时。但我在那里读到的书——当我来这里开始教学时,[数学部主任]①给了我同样一本书。我就说,我已经读过了。这是我认为很有意思的一件事。该书中有许多是我确实所赞同的。那里提到一些不错的处理方式,有一些相同的理念。

面谈者:那本教育著作是一本教材吗?

教师 A1:不是。是一本名叫《让每分钟都有价值》(Making Minutes Count)的书②,后来作者又出了第二本书,叫《让每分钟更有价值》(Making Minutes Count More)③,它几乎有——它是一本小书,有大约这样厚。更多的——这本书是出自一个教了许多年书的人。他认为正是小小的、有一定结构的东西在教学中十分有用。所以他就传给别人。

对她作为学生时的经验怎样帮助她认识到在课堂教学中使用投影仪的重要性,教师 A1 所作的解释说明,教师对于以前老师教他们的方法不仅可以从他们所喜欢的地方,也可以从他们不喜欢的地方,学到有关知识。她说:

我对我站到黑板前要不断地必须边书写东西边看着他们感到很不舒服,因为我希望面对他们、希望看着他们、希望观察他们的反应。[面谈者:你是怎么知道这一点的?]我想是[我作为学生时的]经验吧。在我还是个学生时,当我的老师很匆忙地赶时间或板书得不好,而你要想抄下来时

① 为匿名需要,这里隐去真实人名。

② 该书真实书名是《每分钟都有价值》(Every Minute Counts),作者是戴维·R·约翰逊(David R. Johnson,1982)。在书中第三章:“新的课堂常规”中,作者讨论了怎样有效地利用数学课的开始五分钟,这也就是教师 A1 这里所提到的。

③ 真实书名是《让每分钟甚至更有价值》(Making Minutes Count Even More)(Johnson,1986)。



就会遇到问题,这个是什么字?这个是什么意思?

另两种她提及的来源是职前培训(她的合作教师告诉她要使用投影仪)以及她自身的教学经验和反思。

表 7.3 概括了对教师 A1 所认定的教学策略(和技能)以及她在面谈中提到的知识来源。

表 7.3 教学策略及其知识来源(教师 A1)

教学策略	认定的来源 ^①
1. 合作学习	B: 职前培训; G: 自身的教学经验和反思
2. 让学生写	B: 职前培训; G: 自身的教学经验和反思
3. 总是有热身性问题	B: 职前培训; F: 阅读专业著作
4. 在上课开始时明确告诉学生该课教学目标	A: 作为学生时的经验; B: 职前培训; E: 和同事的交流
5. 使用投影仪并逐步显示投影片	A: 作为学生时的经验; B: 职前培训; G: 自身的教学经验和反思

与教师 A2 的面谈

尽管教师 A2 也用合作学习的方法,但他认为他的同事(数学部主任)是他使用该策略的唯一的主要来源,并且他还明确地将其他诸如参加会议和阅读专业书刊等排除在他的知识来源之外。

面谈者:关于教学策略,你在课堂上使用了合作学习。

你是怎样知道[这种策略]的?

教师 A2:实际上那是[数学部主任]坚持要我们使用的。我怀疑我是否会主动使用它。实际上[数学部主任]要求我们试行,结果效果不错。

^① 在表 7.3~7.11 中,A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。



面谈者:但[数学部主任]是你这么做的唯一源由吗?

教师 A2:他是我所用到的唯一的来源。有关的会议和讲座有很多,但是我从没参加过。

面谈者:你是否读到过刊物上有关这种方法的文章呢?

教师 A2:对这类文章我是跳过不看的。

面谈也显示教师 A2 在教学中很少要求学生们阅读数学。但他确实让学生进行写的工作。知道他怎样形成了这一教学策略是很有意思的。

面谈者:你是否用了写或读呢?我的意思是,要他们[学生]在你的课上或是作为家庭作业进行写或读呢?

教师 A2:在代数 C 中,他们每周有日记作业要写,我给他们一个数学问题让他们来写。

面谈者:行。那你什么时候开始在你的教学中这么做的呢?

教师 A2:我想我在刚开始教学时[十年前]就一直这么做了。

面谈者:是。那么,你是怎么知道这个的呢?

教师 A2:这是我尝试的东西,因为我[过去教的学校]的一些同事当时是在这么做的。我这么做开始是因为想要更好地了解我的学生。我开始时用的内容与数学无关。它们有点像与学校有关的东西。因此我就可以和他们建立起良好的关系。后来我认识到我至少可以放一些数学内容在其中,从而了解他们是否理解了概念?在某一概念上他们是否还需要进一步的帮助?所以,慢慢地就将数学也融合在其中了。

面谈者:那么你是从你自己的经验中获知怎样去做这个的呢,还是从其他来源中得到这种想法的?

教师 A2:[是从我的经验。]是这样,我也读过一些文章,有关于实际上使用过只涉及数学的日记的教师。于是,



我也开始加入一点数学,开始是合在一起的。现在我所做的大多数是数学一类的东西,而不再是单纯的个人日记了。所以事实上,那些想法的改变是从我读到的文章中得来的。

表 7.4 总结了对教师 A2 所认定的教学策略和在面谈中他所说明的知识来源。

表 7.4 教学策略及其知识来源(教师 A2)

教学策略	认定的来源
1. 合作学习	E: 和同事的交流 ^a
2. 让学生写	E: 和同事的交流; F: 阅读专业刊物; G: 自身的教学经验和反思
3. 在上课开始时明确告诉学生该课教学目标	B: 职前培训; E: 和同事的交流
4. 有选择地布置家庭作业	G: 自身的教学经验和反思

a 此处和以下,数学部主任都被认作为是教师的同事。

与教师 A3 的面谈

与教师 A3 的面谈表明,教师可以从自身的学和教的经验和反思中学会许多个人的教学策略和技能。

有意思的是,教师 A3 在解释她是怎样产生在数学教学中运用合作学习的想法时,指出这是来自她作为学生时修科学课而非数学课时的经验。

面谈者:我注意到你[在课堂上]运用了大量的合作学习。你以前也用吗,比如十年前,或是五年前?

教师 A3:我使用合作学习已经二十年了。在这种方式开始流行之前我就已经在用了。我这么做已有二十年的时间。

面谈者:行。那么现在[的问题是]你为什么知道或者说你是怎么知道这种教学策略的呢?

教师 A3:为什么我在二十年前其他人还没有这么做时就已经这样做了?我想——



面谈者：我的意思是这样做的知识基础是什么？

教师 A3：我想是在我离开大学之后，我就用我希望我的老师能够教我的方式教我的班级。

面谈者：你是指大学里的教授？

教师 A3：不是。是任何老师。……与数学老师相比，科学和英语老师对我产生的影响可能更大一些。科学老师有实验室。在实验室里学生们可以聚在一起，一块工作、做实验和写实验报告。我做这些就像是我的合作学习。当我在上学时喜欢科学。

在面谈中，教师 A3 也告诉我她总是预先就准备好需要用的所有投影片，而她在五至八年前不是这样做的。她解释的理由是这样做是为了效率。当被问到她怎样知道这一点以及是否有人告诉她时，她说：

这是[我自己的]经验。我会先做一次。然后我就会认识到那样用得很快。我明天还会做得更多。

对教师 A3 所认定的教学策略和她所解释的知识来源概括性地都列在表 7.5 中。

表 7.5 教学策略及其知识来源(教师 A3)

教学策略	认定的来源
1. 合作学习	A: 作为学生时的经验; G: 自身的教学经验和反思
2. 在黑板上使用不同颜色	G: 自身的教学经验和反思
3. 用图直观表达概念	A: 作为学生时的经验; G: 自身的教学经验和反思
4. 预先准备好所有在投影仪上用的投影片	G: 自身的教学经验和反思

与教师 B1 的面谈

在面谈中，当教师 B1 被问到什么是他的用来指导自身教学风格的总的原则时，他首先向我解释的是在引入一个概念时，他喜欢让



学生自己先作些探索。

面谈者:现在我想问你一些教学策略。从我所听的两堂课来看,你用到了复习、讲授、演示、例题、学生独立作业、大量的全班性讨论。指导你的教学风格或策略的总的原则是什么?

教师 B1:是的。当我第一次引入一个概念时,我喜欢让学生自己先作些探索,这样他们就能——这是我先告诉他们的事情。他们必须知道他们对概念理解了多少。接下来如果第二天我再回到这个概念,我就会让他们按小组工作,因为现在学生要么已经理解了概念、要么还在努力当中。如果他们能或许从其他人那里听到这一概念,那么他们可能对这个概念会理解得更好一点。所以基本上,我希望的是先引入概念,让学生们自己去探索。

面谈者:是。那你怎么知道那是重要的呢?那会对他们有所帮助呢?

教师 B1:因为这正是我个人的理念。我也是这么被教的。你自己必须先要去理解一个概念。就在这几年中,也通过与这里其他的老师交谈,我开始意识到这样一个事实,他们可能对我所解释的方式无法理解,但可能有他们的一个朋友可以从不同的方式进行解释。所以这就是为什么我不介意把他们分成小组的形式。

在教师 B1 的几何课上,有一个学生被要求站在书写板^①前面向全班口头报告她的作业。这在本研究中所听的 18 堂课中是不常见的。当被问到为何会有这一教学主意时,他坚持说这是他从自身的教学经验中学到的。

面谈者:我也注意到在几何课上,有一名女生被要求向

^① 英文是“board”,美国教室里未必有黑板(blackboard),有的是白板(whiteboard)。——中文版注。



全班报告她的作业。……因为这在我所听的其他课上是很特别的。我的意思是像这样的学生口头报告。这是你所经常做的吗？

教师 B1:噢,是的。当然。我喜欢让学生们这么做。你知道,让他们走到投影仪前或是书写板前表述问题。

面谈者:那么你是怎么知道这是一种好的策略。我的意思是,它对学生是可行的。

教师 B1:我想这要追溯到第一年教学。我总是愿意尝试新的东西。我注意到,如果一个学生在书写板前,要么他们确实懂得自己在做的东西,要么如果他们真有犯错的话,他们就能发现它,因为他们正在做这个东西。他们可能会说,噢,这样行不通。他们会自己纠正错误。

面谈者:对我来说,我从你那里得到这样的知识。那在你之前,你又怎样得到这一知识的呢?我的意思是,你是怎样——你是什么时候有了这种想法的?

教师 B1:我想这是我第一年的教学,我的教学经验。

在被听的两次课上,教师 B1 不仅十分仔细和完整地写下他对例题的解释和答案,也要求学生在他们的作业中这样做。在面谈中,教师 B1 叙述了他自己的学习(包括在正式和非正式的环境中)和教学经验在他形成这一理念中所起的作用。他明确排除了其他来源。

面谈者:我注意到你[在课堂上]很强调写。可能这是——我的意思是,一种交流方式。例如,在代数课上,你要求他们作业要做得整洁。你为何强调这点呢?我对此很感兴趣。我是说,很显然你要学生成为善于交流者,让他们能善于写。但为什么——我是说现在许多专业报告和书刊都强调这一点。那么你是什么时候开始注意到这一点的呢?

教师 B1:我想还是得回到教学经验上。

面谈者:这里的?

教师 B1:这里。不错。我真正教过书的就只有这里。



我想这是我个人的信念,它是从我的第一年形成起来的。我总是认为学生应当对他们的作业感到自豪。从小事做起。

面谈者:是的。但许多教师并不要他们写得这样多。

教师 B1:我想让他们理解答案是很重要的。

面谈者:你是从哪里得来这种信念的?

教师 B1:我想这大概是我父母把我带大的方式,也是我所受教育的一种结构吧。总是这样。没有什么如果、和或但是,你知道。你做事情就要恰当、充分和完整。

面谈者:你自己的生活经历?

教师 B1:是的。我是说生活经历,和我的父母在一起及各种事情。

面谈者:你是否受到过你所读 NCTM 文献的影响?

教师 B1:没有。没有。

面谈者:期刊或是杂志呢?

教师 B1:没有。

面谈者:从你的同事那里呢?

教师 B1:没有。只是我自己。

总之,对教师 B1 所认定的教学策略和他所解释的知识来源列在表 7.6 中。

表 7.6 教学策略及其知识来源(教师 B1)

教学策略	认定的来源
1. 让学生先自己学概念,再以小组形式一起做作业	A: 作为学生时的经验; E: 和同事的交流
2. 让学生在书写板前向全班做口头表述	G: 自身的教学经验和反思
3. 教学生完整恰当地书写数学	G: 自身的教学经验和反思; 其他:生活经历
4. 在学生做题时鼓励他们猜测和检验法	G: 自身的教学经验和反思
5. 让学生口头表述概念	E: 和同事的交流



与教师 B2 的面谈

与教师 B2 关于合作学习的交谈再次证明教师可以从不同的途径发展他们关于教学的知识,有些看起来是相当偶然的。

面谈者:[在我所听的课上]你在合作学习上花了相当多的时间。我想知道你是什么时候第一次知道合作学习的?

教师 B2:在大学阶段我进行教学实习时。[大约是在七年前]我在教学实习时,有一位我实习所在中学的老师作了一个关于合作学习的报告会。凑巧的是,作报告的教师曾经担任这里的数学部主任,我实际上也是由该先生,[姓名]^①,录用来这里工作的。他做了关于合作学习的介绍,给我留下了极为深刻的印象。从那时起,我也就真正开始迷上了这一方法。

面谈者:所以,这就是你知识的来源?

教师 B2:是的。……不少也来自我自己作为一个教师的经验。当我让学生们按排坐着时,我感到他们没有像围在一起工作时所学到的东西多。

使用设计题是数学教学中一个相对较新的思想(关于“以设计题为基础的学习”的简介,可见 Good 和 Brophy, 1994, 第 232~233 页)。教师 B2 使用了这种做法,并解释了她在现在的教学中是怎样建立这种思想的。

面谈者:今天早上你布置了学生做设计题。你经常使用设计题吗?

教师 B2:今年在微积分课上我会用到。在整年的课程中我将大致会每一季使用一题吧。

面谈者:你在其他课中也用设计题吗?

① 为匿名需要,这里隐去真实人名。



教师 B2:没有。

面谈者:那么你为什么要用,我意思是为什么你认为在微积分中让学生们做设计题是重要的呢?

教师 B2:因为,在微积分层次上,我希望他们能够综合他们所学的大量知识,将它们结合在一起。所以每过一段时间我就要他们这么做。在这个第一次的设计题中他们要综合已学过的有关积分、导数和极限的知识。而下一个我将给的设计题实际上是一篇文章。要求他们写关于导数的意义的任何形式的文章,有些可以选择写成诗或是短篇故事的形式,和二阶导数的关系及诸如此类。这就是我期望从他们那里得到的,我也期望他们能有足够的责任感按时完成它。

面谈者:那么,你是什么时候开始有用设计题的想法的呢?

教师 B2:我在过去的微积分课中就布置过写文章和做设计题。所以,我知道我今年会再用。而且,与微积分改革也有关,从我所参加的那些会议得到的信息,我知道这种知识的综合运用将会纳入新的课程教学中。

表 7.7 列出的是对教师 B2 所认定的教学策略以及她所描述的知识来源。

表 7.7 教学策略及其知识来源(教师 B2)

教学策略	认定的来源
1. 合作学习	B: 职前培训; G: 自身的教学经验和反思
2. 布置学生做设计题	D: 有组织的专业活动; G: 自身的教学经验和反思
3. 要求学生写数学日记	D: 有组织的专业活动; E: 和同事的交流
4. 用投影仪、擦净并重复使用同一投影片	G: 自身的教学经验和反思



与教师 B3 的面谈

如第 6 章中所提到的,在我所听的一堂几何课上,教师 B3 让她的学生帮她握着直尺形成一个直角,以表明直角的观念。面谈表明这一活动也体现了她的关于一般教学策略的知识的一个部分:让学生参与。

面谈者:你是怎样决定要学生[在课堂上]握着直尺形成一个直角的?

教师 B3:当我在备课时,如果我觉得今天会有时间,我就会让学生参与。孩子们喜欢这个。因此,我的目标就是总是以尽量多的不同的方式让学生参与。

面谈者:那么你是什么时候开始注意到这点,或者说有了这种信念或是思想的呢?

教师 B3:在这些年里,在教育方面,他们不断地告诉我们做这个、做这个、做这个。

面谈者:是谁?

教师 B3:是我的部主任们。每次当 NCTM 采纳一个新的策略后,我当时的上司都会说,试着做做看。他们从来不会说,不要做某件事情了。所以结果就是我做了每一件事情。……而过了一些时候,你会喜欢其中的一些新东西。有些你不喜欢,你就不会再去用了。下一年你就会说,不,那行不通;那是浪费时间。这样你就提高发展。就好比是一个专业的舞蹈者。你逐步发展建立起一种联系和一整套可行的东西。你知道什么行得通。你也知道什么行不通。你会试着做最多最好。

教师 B3 是我听课中看到的唯一一位直接要求学生在两堂课上都阅读课本的教师。有意思的是注意到,在面谈中,她承认她并不确切知道自己为何形成这种教学策略。(然而,根据她的进一步说明,我将其主要来源编码为她“自身的教学经验和反思”。)

面谈者:现在我还想跟你谈我所听的课。在第一堂几



何预科班上,当你布置家庭作业时,你要求学生也要学习。

教师 B3:我总这么做。

面谈者:是的。我的意思是,学习是指什么?这里是指读、写或是做题目?我不是很清楚。

教师 B3:实际上,学习就是指阅读。我说“学习”,意思是要他们打开第一章看书本。

面谈者:好。我懂了。在我所听的第二堂课上,你也提醒学生要记得在学习越来越多内容的同时要阅读每一节。这里我的问题是你为什么还要如此强调阅读呢?

教师 B3:因为如果我无意中忘了提到某一词,而在家庭作业中,那个词出现了,第二天他们回来就会跟我说,你没有向我们说明过这个词。我就会说,我没有必要向你们说明所有的东西。我告诉过你,你必须读课本。……[另外]我始终强调阅读是因为我不是他们唯一应该相信的人。他们应能读课本。他们应能自己相互交谈。

面谈者:所以说,你形成这种思想的主要来源是你的教学经验?

教师 B3:可能是吧。

面谈者:你有没有受到过其他来源的影响呢?

教师 B3:我不知道我是怎么有这种思想的。现在我很少找人请教了,因为我现在要的是多样性。

表 7.8 列出的是对教师 B3 所认定的教学策略以及她所描述的知识来源。

与教师 C1 的面谈

与教师 C1 有关他的 PIK 的面谈是从合作学习开始的,而他明确指出他是从职前培训中学到这个的。

面谈者:现在我想问你一些有关你在课堂上所用到的
一般教学策略的问题。在[我所听的]代数课上,你用到了



表 7.8 教学策略及其知识来源(教师 B3)

教学策略	认定的来源
1. 让学生参与	E: 和同事的交流; G: 自身的教学经验和反思
2. 引出学生思想并要他们说明理由	C: 在职培训; G: 自身的教学经验和反思
3. 要求学生写数学日记	D: 有组织的专业活动; E: 和同事的交流
4. 要求学生阅读课本	G: 自身的教学经验和反思

合作学习。你要学生与一个同伴坐在一起工作。你怎样发展你的关于合作学习的知识? 我的意思是, 那是一个相对较新的教学策略。

教师 C1: 是这样的。……在我上的大学教育课程里, 他们就强调合作学习。

面谈者: 是什么时候?

教师 C1: 我上的教育课程就是在三年前。他们强调了大量的合作学习。

面谈者: 是哪所大学?

教师 C1: [大学名称]。所以那个概念就是从那里得来的。

“自愿”已被课堂教学研究者认作为是一种激励策略(例如, 见 Borich, 1992)。教师 C1 解释说这是他在以前的培训中学到的, 不过不是从他的教育课程, 而是从职前培训计划中所要求的课堂观察中得来的。

面谈者: 在代数课上, 你要学生自愿回答问题 29 至 32。后来你还要一个自愿者给出一个有关等值分数的例子^①。在微积分预备课上, 你再次要求学生们自愿地给你

① 学生给出的例子是 $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$, 教师就用此解释了为何 $\frac{ak}{bk} = \frac{a}{b}$ 。



一个二次函数的例子^①。

教师 C1:这就是他们想要对你耍滑头的地方。

面谈者:我不知道。对我来说,[我的问题是]你是怎样会形成这种想法的?

教师 C1:三年前当我还在[大学名称]读教育课程时,你必须做一百个小时的观摩听课。当时,我观摩了艾迪生特雷尔(Addison Trail)[高级中学]的一个非常优秀的教师。他用的其中一个好方法——他是教代数 I 的,他对这些学生做很多的事情之一就是书写板上摆着问题,现在他要选自愿者了。他说,你,你,你到书写板前面来。所以我就一边看着他一边想,嗯,这是让孩子们上来做的一个好主意。

表 7.9 显示了对教师 C1 所认定的教学策略以及他所解释的知识来源。

表 7.9 教学策略及其知识来源(教师 C1)

教学策略	认定的来源
1. 合作学习	B: 职前培训
2. 要求学生阅读课本	B: 职前培训 G: 自身的教学经验和反思
3. 让学生自愿地回答问题、举例,等等	B: 职前培训
4. 一般地让学生参与	E: 和同事的交流

与教师 C2 的面谈

如第 5 章中所提到的,教师 C2 曾在一家出版公司做过编辑并参与过教材开发工作。与教师 C2 的面谈表明这一经历直接或是间接地对她建立起相对较新的教学策略起到了作用。首先让我们来看

^① 一个学生给出了函数: $f(x) = 4x^2 + 2x + 0$, 教师就用这个函数演示如何找出顶点,然后在作图计算器上选择一个恰当的窗口画出该函数的图象。



她是怎样发展起她的关于合作学习的知识。

面谈者:我注意到你用了大量的合作学习。我想知道你是什么时候开始第一次知道这一策略的?

教师 C2:嗯,我想第一次是指有点正式的吧。在我十一年的教学中我第一次用了两人搭档的方式,但只是为了进行复习或是有些像找一个学习伙伴。至于有点正式化的以四个人为一组的方式,我想我是在做教教师这一工作时学的。这种方式进入课堂时我没有在教书,但为了教教师这一方法,我就必须要学习它。我必须阅读所有关于合作学习的东西,由此我也学会了合作学习。

第二件事情是我想在我的课上设计出一种方法使做事有高效率。这样,我不必回答许多的问题,我就想,要这么做,他们就需要与他人交谈释疑,而那就是一个途径。

第三个因素我想是因为这里举办过一个关于合作学习^①的讲习班,我主动参加了。

面谈者:是什么时候?

教师 C2:可能是去年一月份吧。当时我是这里的一名教师,已在用一点合作学习,但在我去那个讲习班时,确实已是对它有决心了。

面谈者:所以所有这些来源都有助于你发展你的关于合作学习的知识。

教师 C2:是的。但首先还是因为我要教它,所以我就必须阅读关于它的东西。

在谈到她是怎样发展起她的关于在课堂教学中运用“真实应用问题”的知识时,教师 C2 在除了归因于她做教材编辑的工作经历

^① 在同一所学校的教师 C3 也提到了这个讲习班。因为这里的讲习班是专门关于合作学习的,且目的是培训教师(参看下面“与教师 C3 的面谈”),故下面将其编码列为“在职培训”,而非“有组织的专业活动”。



外,也提到了专业性组织的作用。

面谈者:好,那你是怎么知道实际情境问题(例如,奥黑尔停车库问题^①)能帮助学生学得更好呢?

教师 C2:我想到的一个原因是我曾参与了[新教材开发项目]^②,那是[该项目]很强很强的一个方面。第二个原因是我参加的专业性团体就是这么说的。他们说“结合现实世界引入内容”,“做这个;就从这个开始展开”。

面谈者:那你是从[这些团体的]出版物中读到的?

教师 C2:是的。我读了一些。我也听过一些讲座。我在资料上看到过,不仅是在刊物文章上,还有由那些团体所写的作为范例问题的资料。我不只从研讨班上听到过,还有在那些专业性团体中的同行,他们可能是数学教育界从事研究的数学家,他们说,它更好。

面谈者:所有那些都有助于你吗?

教师 C2:是的。以这种或那种方式。

表 7.10 显示了对教师 C2 所确认的教学策略以及她所指出的知识来源。

与教师 C3 的面谈

如前面提到的,教师 C3 教书已有 20 年了。但是,据她自己回忆,她运用合作学习作为她的教学策略之一还只是在几年前才开始的。她参加了有组织的专业活动,接受了在职培训,并且自己对它也做了试验。

面谈者:关于一般的教学策略,我注意到在两堂课上你都使用了大量的合作学习。我的问题是你是什么时候开始知道合作学习的。

① 见第 6 章所述(第 146~147 页)。

② 为匿名需要,这里隐去该项目的实际名称。



表 7.10 教学策略及其知识来源(教师 C2)

教学策略	认定的来源
1. 合作学习	C: 在职培训; D: 有组织的专业活动; F: 阅读专业书刊; G: 自身的教学经验和反思
2. 发现学习	E: 和同事的交流; F: 阅读专业书刊; G: 自身的教学经验和反思
3. 使用实际应用	D: 有组织的专业活动; E: 和同事的交流; F: 阅读专业书刊; 其他:其他工作经历
4. 让学生做口头陈述	A: 作为学生时的经验; 其他:其他工作经历
5. 让学生做设计题	A: 作为学生时的经验; D: 有组织的专业活动; E: 阅读专业书刊; 其他:其他工作经历

教师 C3:我想说可能是在四五年前吧。我开始对它进行试验,在课堂尝试这种方法,看到他们是成功的、学到了更多的东西。

面谈者:噢,那你是什么时候第一次知道的呢?

教师 C3:我想可能是在四五年前吧。我就从那时起开始用它。

面谈者:从哪里得来的?又是怎样得来的呢?

教师 C3:哪里?噢,是这里,在学校,我自己尝试的。后来一些 ICTM 组织的讲习班有人讲有关于此的内容。我就去听并从中得到一些想法。去年,我们的部主任请来[一位这方面的专家]^①对我们在合作学习上进行了培训。教师 C3 所使用的一个一般的教学策略是让学生自我决定他们

① 为匿名需要,这里隐去真实人名。



自己的学习。这在我所听的几何课上尤为显著,在该课中教师扮演的角色只是一个引导者。当被问到为何她会有这种教学策略时,教师 C3 明确回答这是她教学经验的一个结果。

面谈者:我所听的那堂几何课专门用在了解答题目上;用这些题目让学生参与。你是怎样设计这一策略的?

教师 C3:当他们自我决定怎样进行学习时,他们会学得更好。当他们互相讲解和主动参与时,他们从书写板上的问题所学到的要比由我自己讲题要多很多。

面谈者:你是怎样得到这样的知识的呢?

教师 C3:通过多年的教学。也就是作为一个有经验的教师,你能知道哪些方法可行,哪些方法是不可行的。

在被问到关于她自己教学实践的总的指导原则是什么时,教师 C3 也解释说她甚至从做自己孩子的母亲中学到应怎样做一名更好的教师。她提到的总的指导原则是“用几种方式表述所要教的材料”。

面谈者:总体上,你自己的总的指导原则是什么?

教师 C3:学生以不同的方式学习,所以作为教师就有义务以不同的方式表达内容,这样每个学生都会有机会学习。有些学生可能善于通过看读进行学习。有些可能通过耳听来学习。还有一些可能是通过口头谈论来学习的。我要他们将它写在书写板上的一个原因就是他们需要站起来。他们需要动一动。他们不能在那里坐 55 分钟。所以当其中包括有活动时,有些学生就能学得更好。如果你用多种方法表达,你就更可能发现有一种方法对学生是有效的。

面谈者:行。那么,你是怎样发展起这种理念的呢?

教师 C3:是通过观察过去几年中不同学生的表现情况。

面谈者:这是你的教学经验吗?



教师 C3:是的。还有是我的孩子们。我有三个十几岁的孩子;他们是非常不同的学生。因此随着他们长大进入学校,我就从他们身上看到像他们这样的学习者类型。这有助于我成为一名更好的教师,因为我可以看到他们的学习历程,我可以知道什么行得通、什么行不通。

对教师 C3 所确认的一般性教学策略和技能以及她所描述的知识来源列在表 7.11 中。

表 7.11 教学策略及其知识来源(教师 C3)

教学策略	认定的来源
1. 让学生在 学习中作自我决定	G: 自身的教学经验和反思
2. 合作学习	C: 在职培训; D: 有组织的专业活动; G: 自身的教学经验和反思
3. 让学生相互帮助	C: 在职培训; G: 自身的教学经验和反思
4. 要学生写	D: 有组织的专业活动; F: 阅读专业书刊; G: 自身的教学经验和反思
5. 以不同的方式表达所教内容	G: 自身的教学经验和反思 其他: 抚育自己的孩子

根据教师所描述的他们发展关于不同教学策略和技能知识的不同来源,表 7.12 对从与这 9 名教师面谈得到的材料提供了一个总结。

从表 7.12 和上面的讨论,明显的是,存在有各种不同的来源,从中教师可以学到他们关于不同的教学策略和技能的知识。更明确地说,一方面,同一个教师能从不同的来源中学习不同的教学策略和技能,例如,上述表格说明教师 C2 从七种不同的来源中学到了不同的 PIK。另一方面,对于一些常见的策略,不同的教师也可以以不同的方式获得有关的知识。实际上,以合作学习为例,面谈表明一些教师关于它的知识来自他们的“职前培训”(如教师 A1、教师 B2 和教师 C1),有些是来自“在职培训”(如教师 C2 和教师 C3),而另有一些则



是来自他们“和同事的日常交流”(如教师 A2)和“作为学生时的经验”(如教师 A3)。

表 7.12 来自面谈材料的教师关于教学的方法知识的来源

来源 ^a	A	B	C	D	E	F	G	其他来源
教师 A1	是(2)	是(5)			是(1)	是(1)	是(3)	
教师 B1	是(1)				是(2)		是(3)	生活经验(1)
教师 C1		是(3)			是(1)		是(1)	
教师 A2		是(1)			是(3)	是(1)	是(2)	
教师 B2		是(1)		是(2)	是(1)		是(3)	
教师 C2	是(2)		是(1)	是(2)	是(3)	是(3)	是(2)	生活经验(3)
教师 A3	是(2)						是(4)	
教师 B3			是(1)	是(1)	是(2)		是(3)	
教师 C3			是(2)	是(2)		是(1)	是(5)	抚育孩子(1)
总计	4(7)	4(10)	3(4)	4(7)	7(13)	4(6)	9(26)	3(5)

注:括号内的数字是教师所报告的他们从相应来源学到的(无论多少)教学策略和技能的数目。

a A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。

此外,除了问卷调查表中查问的所有七种来源外,教师也从其他的一些经验如日常生活经验、以前别的工作经验以及抚育自己孩子中获得知识。不过,尽管可能会有甚至更多的其他的来源,但在很大程度上显得清楚的是,本研究框架中所确定的这七种来源已相当全面地涵盖了主要的来源。(注意:如第5章所提到的,教师C2的其他工作经历是相当特殊的)。

相比较而言,从上表看,在很大程度上不清楚的是那些不同来源的相对重要性如何。尽管显得合理的是说教师“自身的教学经验和反思”以及“和同事的日常交流”是最重要的两种来源,这与我们从问卷调查数据所得到的结论一致,但单从该表就判定其他来源的相对重要性看来是不明智的,这不仅是因为表中数据相当接近,而且也因



为面谈的样本只包括了9名教师。与问卷调查不同的是,面谈的目的并不是要探讨相对重要性的问题。



7.3 发现的总结

这一章报告的是有关教师是怎样发展他们的教学的方法知识的发现。为探讨所针对的问题,研究运用的方法有问卷调查,其目的是为了在整体上获知教师用来发展其教学的方法知识的不同来源的多样性及相对重要性;有课堂听课,其目的是为了明确认定教师在教学中所实际用到的教学策略和技能;还有以课堂听课为基础的面谈,其目的是获得关于教师发展那些被确认的知识的具体信息和背景情况。

对从问卷调查和面谈收集而来的数据资料所作的分析,可得出三个主要的发现。

1. 存在有不同的来源,教师可以由此发展他们的关于一般的教学策略和技能的知识,即教学的方法知识。同一个教师能从不同的来源中学到不同的教学策略和技能,而不同的教师也可通过不同的方式获知同一种策略。

2. 相对来说,教师“自身的教学经验和反思”、“和同事的日常交流”以及“在职培训”是教师提高其教学的方法知识的最为重要的来源;他们参加“有组织的专业活动”是其次重要的来源;而他们的“职前培训”、“作为学生时的经验”以及“阅读专业书刊”则是最不重要的来源。从统计上说,这三类来源在教师的教学的方法知识的发展的重要性上是有显著差异的。

3. 教师教学经验的长短对教师关于不同来源对其教学的方法知识的发展的重要性的看法没有显著影响。换句话说,对于所有教师,无论他们是何时进入教学职业的,每一种不同的来源对于他们发展教学的方法知识而言基本上是同等重要的。



第 8 章

研究的发现(四): 一些其他的问题

前面三章介绍了本研究的核心发现,分别是关于教师怎样从不同的来源中发展他们的教学的课程知识(PCrK)、教学的内容知识(PCnK)以及教学的方法知识(PIK)。

本章要讨论一些其他的问题,以作为对前三章内容的一个补充。这些问题显得不适合归入前面几章,但它们与这几章所讨论的问题有关,而且有助于我们从不同的角度理解那些问题。不同于第5至第7章的是,因为本章的焦点在于各个专门的来源上,故这一章没有将一般的教学知识划分为三个部分。但应当指出的是,当我在本章中讨论教学知识时,并非总是包括或是适用于所有这三个部分的。如果必要的话,可以根据前面提到过的教学知识的分类加以区分。

本章分为三节。第1节通过分别考察各个不同的来源,主要讨论关于教师是如何运用或对待每一种不同的来源这一问题。例如,教师怎样经常参加有组织的专业活动、而且对这一特定来源的有用性看法如何?被考察分析的来源有“作为学生时的经验”、“职前培训”、“在职培训”、“有组织的专业活动”、“和同事的日常交流”、“阅读专业书刊”,等等。

本章第2节以“教师怎样提升他们的教学知识”为标题,讨论了面谈中所包括的但在前面的章节中没有被报告的问题。第一个问题是,最近他们在教学策略或风格上是否有重大的变化,如果有的话,



产生这些变化的知识来源是什么？第二个问题是，在这些教师的教学生涯中什么是他们的教学知识的主要来源？第三个问题是，他们认为什么是在提升教师的教学知识过程中存在的主要困难，应该怎样追求这种知识的提升？

如在第5至第7章一样，本章所报告的发现是以从问卷调查和面谈所获得的数据资料为依据的。



8.1 教师怎样运用不同的来源

作为学生时的经验

就如我们从第5至第7章所讨论的发现中看到的，教师“作为学生时的经验”除了对他们关于课本的知识和 PCnK 是第二等重要的来源外，相比较而言是教师发展他们教学知识的最不重要的来源之一。考虑到一个人的知识对于他行为的关键性影响，这一发现意味人们经常宣称的“教师按以前他们被教的方法进行教学”很可能是不正确的。

本研究问卷调查表中的第5题(见附录B)提供了另一种看此问题的方式。该问题问的是当他们作为学生时经历过哪些他们的教师用的教学策略，而他们作为教师后又用了哪些。表8.1归纳了有关的主要结果。

表8.1说明，虽然教师在他们教学中使用复习、讲授以及学生阅读的百分比与教师在以前作为学生时所经历过的相应教学策略的百分比之间没有或是只有很小的差别，但在使用计算机和使用计算器上却存在着极大的差别。在小组工作(合作学习的一个标志)、教辅材料、动手活动以及课堂讨论的使用上也有相当大的差异。产生这些差异的原因看来是显而易见的，因为计算机、计算器以及教辅材料(程度要少一些)现今正日益普及和被提倡用于课堂教学之中，而合作学习、动手活动以及课堂讨论也相对较新或受到更多的强调，其主要目的是让学生参与学习的过程。



表 8.1 教师报告的当学生时所经历过的和成为教师后所使用的教学策略

教学策略*	作为教师时所使用的%	作为学生时所经历过的%	%的差异
a. 复习旧课 ($T = 68, S = 59$) ⁺	100	94.9	5.1
b. 讲授新内容 ($T = 68, S = 68$)	100	100	0
c. 课堂讨论 ($T = 69, S = 65$)	97.1	70.8	26.3
d. 小组工作 ($T = 69, S = 67$)	98.6	40.4	58.2
e. 学生阅读课本 ($T = 68, S = 66$)	75.0	75.8	-0.8
f. 使用计算器 ($T = 69, S = 68$)	100	35.3	74.7
g. 使用计算机 ($T = 69, S = 60$)	94.2	13.0	81.2
h. 使用教辅材料 ($T = 69, S = 63$)	95.7	46.0	49.7
i. 动手活动 ($T = 69, S = 66$)	95.7	40.9	54.8

* 下面所列出的教学策略绝非包括了全部、或是相互独立的。相反,它们都是经常使用到和讨论到的一些教学策略。

+ T 和 S 分别表示那些回答他们(作为教师)是否使用了该教学策略的教师人数,以及他们作为学生时是否经历过该教学策略的教师人数。这两个数字未必是 69,因为有些教师对那种来源选择“不记得”或是没有作出回答。

没有什么疑问的是,许多教师在他们的学校教育阶段时并没有经历过某些教学策略,因此他们作为学生时的经验不可能是他们获得关于那些策略的知识的主要来源^①。因此,表 8.1 所展示的结果与我们前面有关该来源对教师教学知识发展的重要性的发现是一致的。

有意思的是注意到,在面谈中,在所有 12 名(包括 3 名数学部主任)被问到下述问题:

有些人说教师按他们以前被教的方式进行教学。你是否同意这样的说法呢? [注:大学时的经验被明确包括在内]

① 问卷调查表的问题 5 只考虑在数学课中作为学生时的经验。就像第 7 章所表明的(参看第 168~169 页),教师也可能从他们在其他学科中的学习经验获得他们的教学知识。不过,甚少教师提到这样的迁移。



的教师中,8名(66.7%)教师对此回答“不是”(一名教师甚至说“我按我以前没有被教的方式进行教学”),2名(16.7%)教师说“开始是的,但后来不是”,只有剩下的2名(16.7%)教学经验相对较短的教师称“一般来说是这样的”。让我们来看一下有3名教师是如何回答的:

教师 A2:一般上,是的。但是具体上,我想我的问题在于如果我会回过头去看我在高中时我的老师是如何做的,我会发现每一年我都有不同的老师,他们未必就用同一种教学风格。

教师 C1:我想我们先是用被教的方式教,后来就试着加以改进。我[在读书时]从未用过计算器。我没有被教过用计算器学习,所以那是新的。这不是我被教的方式。但是当我写下并说,让我们来完成这个配平方,那是我被教的方式。所以我仍会依照这种思路,但现在我会向他们说明为什么这是重要的。

部主任 MC2^①:我想教师是以他们在培训中所学习到的方式进行教学的。对于我们这一代来说,我们在培训中所学习到的方式可能与我们被教的方式是非常相同的,即通过讲授进行教学,但当你不断地改进教学的同时,教你怎样教学的培训也在变化着。我所看到的现在从大学毕业出来的教师就十分不同,他们接受的培训包括建构学习、发现学习和合作学习,等等。所以,我想这取决于他们在大学里是怎样被培训的。我想在你开始工作的最初几天,你会像你在职前培训和教学实习中所学习的那样去教学。如果你教学实习时的合作教师或是你参加在职培训时的教授没有向你展示多种的活动方式,你在你的课堂中就不会结合各种不同的活动。如果以后,当你通过与在一个楼里的其他教师或你的部主任一起工作,或是通过参加讲习班,接触到一些其

① 指学校C的数学部主任。——中文版注。



他的想法,你就会开始将那些东西用到你的教学中去了。

当被进一步问及他们被教的方式与他们所教的方式有何不同时,许多教师列出他们更多地使用技术、更多地使用合作学习、更多地让学生参与,与表 8.1 显示出的结果一致。

如果我们将那位部主任 MC2 所说的“在培训中所学到的”改成“知道的”,那么其所称的“教师以他们在培训中所学到的方式教学”在这里有特别的启示意义,因为就如前面几章所讨论的,教师培训、尤其是职前培训并不是教师获得他们的教学知识的一个重要来源。此外,教师作为学生时的经验总体上只是教师关于如何教学的知识的一个最不重要的来源,所以教师怎么可能仅限于来自次要来源的知识进行教学呢?

简而言之,根据以上所指出的结果以及前面几章所揭示的事实,教师用他们被教的方式进行教学这一说法,至多只对本研究总体中的一小部分教师是成立的,整体上,本研究从这些教师那里所得到的发现并不支持这一说法。

职前培训

根据教师对问卷调查表第 6 题的回答,有 66 名(95.7%)教师接受过职前培训。在他们当中,有 63 名(95.6%)的培训为教数学的,由于这些教师都在最好的学校任教,因此就如预估的,这两个比例都很高。

根据教师对问卷调查表中问题 7 的回答,图 8.1 显示了被教到过的各种的教学知识(技能)的教师的百分比。其平均回复率为 93.3%(标准差=8.9%),不包括那些“不记得”的回答。

使人惊奇的是,根据图 8.1,有相当一部分教师在他们的职前培训专业中没有在一些基本的教学知识(技能)上受到必要的培训;这就清楚说明,这些教师必须依靠其他的来源以发展那些他们没有能在职前培训中学到的教学知识。另外,数据表明,接受过在数学教学中使用技术、合作学习和建构主义培训的教师的百分比是最低的(从 12.1%



到 22.7%),他们也更可能是较为年轻的教师。考虑到在本研究的样本中有 50%是具有 15 年或更短教学经验的教师,有大约 25%的教师的教龄少于 5 年(见附录 F 中的表 F. 5),我想那些百分比在某种程度上意味着职前培训的计划需要进一步改进,以使更多更新的现代教学知识和技能能融入培训课程中,介绍给未来的教师们。

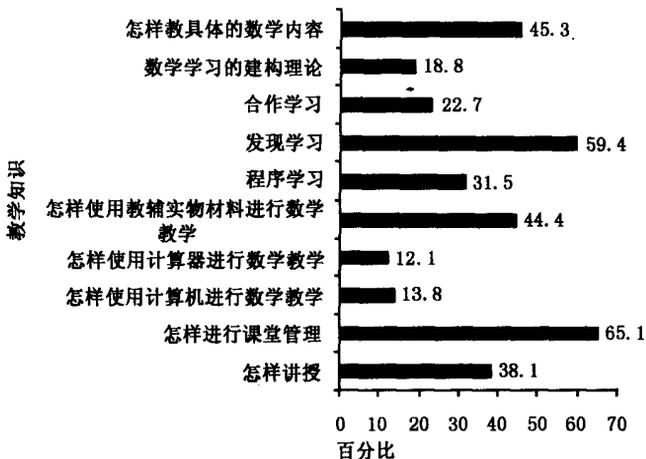


图 8.1 教师在职前培训中被教到过的不同的教学知识的百分比

按通常的做法,问卷调查表的第 8 题把职前培训课程分为一般教育学课程、数学教育课程、以及教学实习,问教师在他们看来这些课程对增加他们的教学知识有多少作用。表 8.2 显示的是教师对这三类课程的评价结果。

表 8.2 教师关于职前培训对增进他们教学知识的作用的评价

	很有用	有用	不很有用	没有用	平均*
一般教育学课程 (n = 65)	2 (3.1%)	13 (20%)	26 (40%)	24 (36.9%)	1.89
数学教育课程 (n = 59)	9 (15.3%)	25 (42.4%)	19 (32.2%)	6 (10.2%)	2.63
教学实习 (n = 63)	47 (74.6%)	15 (23.8%)	1 (1.6%)	0 (0%)	3.73

* 平均值的计算使用了序数量值:4=很有用,3=有用,2=不很有用,1=没有用。



从表 8.2 可以明显看出,除一名教师外所有的教师都认为他们的教学实习经验“很有用”(74.6%)或“有用”(23.8%)。少于 60% 的教师认为在职前培训中他们所修的数学教育课程“很有用”(15.3%)或“有用”(42.4%)。而只有不到四分之一的教师认为他们所修的一般教育学课程“很有用”(3.1%)和“有用”(20%)。也就是说,将近 77% 的教师感到一般教育学课程没有什么用(40% 认为不很有用,而有 36.9% 的人认为没有用)。将上述百分比和平均值结合起来,我们可以明确地看到,从装备未来教师教学知识的角度说来,教学实习要比数学教育课程重要得多,而后者又比一般教育学课程重要许多^①。

在 9 名接受面谈的教师中,有 5 名解释了教学实习的重要性。在面谈中谈到自己的职前培训时,教师 C3 指出,

我觉得大学里的职前培训很差。很不错的是教学实习。但我们的教法类课程给我们的准备真的并不充分。在我进行教学实习前我没有做过任何的观察听课。不过我认为要培养出一名未来的教师,教学实习是你可能有的最有价值的一种经验。[面谈者:所以你从你的教学实习中学到了什么呢?]你学到课堂管理。你认识到学生是什么样的。你知道什么对学生可行、而什么是不可行的。我想我喜欢这个——如果我可以许愿的话,我希望不要等到大学最后一年的第二学期进行实习教学时,之前他们应当有一个学期进行观察听课或是作教师的助手,你知道,可以与一位高中任课老师呆在一起获得一些更多的知识、有一些更多的观察听课时间。

教师 A3 说,

^① 对一般教育学课程和数学教育课程运用 χ^2 检验表明,与预料的一样,这两者之间存在着显著的差异: $\chi^2 = 19.8870$, $df = 3$ 以及 $p = 0.00017$ 。而对于数学教育课程与教学实习之间的数据, p -值小于 10^{-10} 。



我[从我的职前培训中]学到的并不多。我的意思是,教学实习是好的。但上的课呢?我没有从大学期间的课程中学到很多。我学到了数学,但没有学到很多关于教育的东西。教学实习非常好。实习教学相当有益处。人们应当做更多的实习教学,少做一些课堂工作。

再回到问卷调查表上,问题9要求教师对他们的职前培训在他们发展如何进行数学教学的知识中所起的作用作一个整体上的评价。从65名回答该问题的教师得到的结果表明,10.8%的教师认为他们的职前培训“很有用”,43.1%认为“有用”,而36.9%认为“不很有用”,还有9.2%的评价是“没有用”。总起来说,只有50%多一点的教师对他们的职前培训持有正面评价。运用序数量值4=很有用,3=有用,2=不很有用,1=没有用,则可得评价平均值为2.52,和其他来源相比较,这个水平是很低的。

在职培训

问卷调查表中的问题10至12是与在职培训有关的。根据教师的回答,有71%(49)曾修过学院/大学的证书而非学位课程(非学位培训项目),而有66.7%(46)在他们第一次成为教师后参加过学位培训项目。表8.3将49名教师所修的这些课程分成了不同的领域,而表8.4则列出了有关这46名教师在学位课程中所读的专业情况。

表 8.3 教师所修读的非学位职业培训的课程

所修课程*	技术	数学	一般教育学	教学与数学教学	其他
教师人数 ($n = 49^+$)	20	30	7	12	4
教师的%	40.8%	61.2%	14.3%	24.5%	8.2%

* 技术——包括计算器、计算机以及课堂上所用到的技术。数学——包括应用微积分、离散数学、数学史等等。一般教育学——包括教育管理、课堂管理、纪律管理、多元文化教育。教学与数学教学——包括数学教育、合作学习。其他——包括科学、运动训练、写作、工程。

† 有些教师修过多于一种类型的课程。



表 8.4 教师在职修读学位课程的专业分布

所修专业*	数学	数学教育	一般教育	其他
教师人数 ($n = 46^+$)	12	21	8	6
教师的%	26.1%	45.7%	17.4%	13.0%

* 数学——包括数学与统计。数学教育——包括教学理科硕士(MST)、教学文科硕士(MAT)、课程与教学以及数学教育心理学。一般教育——包括教育行政、中学教育、教育和社会政策等等。其他——包括计算机、行政学、娱乐管理、体育等等。

† 在所有 46 名从教后修读过一个或多个学位专业的教师中,有 1 人读的是学士学位,2 人是博士学位,其他的都是硕士学位。有 1 人读了两个硕士学位专业。

对于那些接受过在职培训的教师,有 96% 是根据自己的意愿参加了非学位在职培训,参加学位培训的相应数字为 98%。比较而言,只有一小部分的教师也解释说,他们参加非学位或者学位培训课程的部分或唯一原因是因为他们的学区要求(非学位课程为 10%,学位课程为 11%),或是州的要求(非学位课程和学位课程均为 2%),或是其他的一些原因(非学位为 14%,学位为 20%)——绝大多数是为了提升工资。这些结果表明,对教师而言总体上不存在很强的行政性激励因素或要求他们在完成职前培训之后再进一步接受以大学为基础的专业培训。

根据从问题 10 和 11 所获得的数据,表 8.5 显示了教师对非学位和学位在职培训课程的评价。

表 8.5 教师关于在职培训课程对增进他们教学知识的作用的评价

	很有用	有用	不很有用	没有用	平均*
非学位课程 ($n = 49$)	15 (30.6%)	23 (46.9%)	7 (14.3%)	4 (8.2%)	3
学位课程 ($n = 45^+$)	13 (28.9%)	21 (46.7%)	4 (8.9%)	7 (15.6%)	2.9

* 平均值的计算使用了序数量值:4=很有用,3=有用,2=不很有用,1=没有用。

† 在 46 名修读学位培训课程的教师中,有一名刚开始修读因而没有对此做评价。

表 8.5 说明有 75% 到 80% 的教师认为他们所接受的在职培训,无论是否是为了获取更高的学位,都是有用或很有用的。而且,比较



这两个十分接近的平均评价价值和前面提到的关于职前培训的平均评价价值,清楚地,在职培训在增进教师的教学中比职前培训更为重要,这与第5至7章所报告的结果是相一致的。

问卷调查表中的问题12进一步考察教师还接受了哪些其他的专业培训、它们的有用性如何。教师的回答显示,有94.2%(65)的教师接受了以使用计算机或是计算器进行数学教学(PCrK,技术)为重点的在职培训,有75.4%(52)接受了在新的教学方法和策略(PIK)方面的培训。一个显著的对比是,相应的百分比在针对怎样教特定数学内容的在职培训上为40.6%(28),在关于课本(PCrK,教科书)和其他教学资源的在职培训上仅为21.7%,这在某种意义上解释了为什么,就如第5章至第7章所讨论的,教师认为“在职培训”是他们发展在技术方面的PCrK以及PIK的最重要的来源之一,而对PCnK及其他部分的PCrK则不然。

表8.6表述了教师对其他一些类型的在职培训的作用的评价。从该表中,我们可以看到,没有一个教师对那些类型的在职培训选择“没有用”,而只有很少量的教师选择了“不很有用”。更进一步,从平均评价价值来看,关于使用技术以及关于新的教学方法及策略的在职培训比那些关于怎样教特定数学内容以及关于教科书和其他教学资料的在职培训更为有用,这再一次与前三章所报告的结论是一致的。

表 8.6 教师关于其他职业培训对增进他们教学知识的作用的评价

培训针对内容	很有用	有用	不很有用	没有用	平均*
教科书和其他教学资源 ($n = 15$)	4 (26.7%)	10 (66.7%)	1 (6.7%)	0	3.20
使用计算机/计算器进行数学教学 ($n = 65$)	40 (61.5%)	19 (29.2%)	6 (9.2%)	0	3.52
新的教学方法及策略 ($n = 52$)	26 (50.0%)	24 (46.2%)	2 (3.8%)	0	3.46
如何教特定的数学内容 ($n = 28$)	11 (39.3%)	14 (50.0%)	3 (10.7%)	0	3.29

* 平均值的计算使用了序数量值:4=很有用,3=有用,2=不很有用,1=没有用。



几乎所有的(91%)教师报告说他们是根据自己的意愿去参加那些专业培训的,23%说部分或唯一的理由是因为学区的要求,12%是由于其他的原因,如为提高工资或是部门/学校鼓励,但没有人提到是由于州里的要求。

有组织的专业活动

问卷调查表中的问题 13 和 14 是为获得关于教师参加各种水平的有组织的专业活动的信息而设计的。

根据教师对问题 13 的回答,在过去五年中他们平均参加了 7 次(标准差=3.7)地方和州级专业活动,2 次(标准差=6.4)区域或是全国性活动。地方/州级和区域/全国性之间的差异甚大,但却是可以理解的,因为参加区域和全国性专业活动通常更耗时、耗费。所有 67 名参加这类活动的教师(另 2 名尚未参加过这两水平上的活动),都包括“自己选择”作为参加的理由,有 9%的教师也列出“学区要求”为理由,还有 9%的教师给出了其他的原因,如“数学部的鼓励”,“作为发言者参加”,等等。

表 8.7 表示的是教师对地方/州级和区域/全国性有组织的专业活动在增进他们如何进行数学教学的知识方面的作用的评价。

表 8.7 教师关于地方/州和区域/全国性有组织的专业活动的作用的评价

	没有参加过	没有用	不很有用	有用	很有用	平均*
地方/州 (n = 69)	2	2 (3.0%)	10 (14.9%)	41 (61.2%)	14 (20.9%)	3.00
区域/全国 (n = 69)	21	0 (0.0%)	6 (12.5%)	31 (64.6%)	11 (22.9%)	3.10

* 平均值的计算使用了序数值值:4=很有用,3=有用,2=不很有用,1=没有用。

对表 8.7 的初步分析显示,尽管平均评价看上去非常接近,但有约 18%的教师对他们所参加的地方/州级的专业活动的作用有些



失望,而对区域/全国性的专业活动相应的数字仅为 12.5%。因此,有更多的教师感到区域/全国性的专业活动“有用”和“很有用”。将 χ^2 检验用于表中的数据,得到 $\chi^2 = 8.485$, $df = 3$ 和 $p = 0.0370$, 在 0.05 的水平上具有统计显著性。换句话说,教师感到区域/全国性的专业活动比起地方/州级的活动对增进教师关于数学教学的知识要显著地更为有用。

教师对问题 14 的回答表明有 74% 的教师每月或是每个学期参加一次学校/数学部层次的专业活动,有 12% 在 1996~1997 学年只参加了一次;参加学区/县级层次的相应的百分比分别为 29% 和 38%。另外,有 13% 在学校/数学部层次和 33% 在学区/县级层次的专业活动上选择了“其他”。因为几乎所有选择“其他”的教师并没有提供进一步的信息(只有极少数补充说诸如“每月多于一次”,等等),故那些教师怎样经常参加这两个层次的专业活动并不清楚,不过清楚的是,就如所预计的,教师参加的学校/数学部层次的专业活动确实要多于学区/县级层次的。

在这里,一个更重要的问题是那些专业性活动在教师发展其教学知识中的作用如何。表 8.8 显示的是教师的回答结果。

表 8.8 教师关于学校/数学部和学区/县级层次的有组织的
专业活动的的作用的评价

	没有用	不很有用	有用	很有用	平均*
学校/数学部层次 ($n = 62$)	2 (3.2%)	11 (17.7%)	40 (64.5%)	9 (14.5%)	2.90
学区/县级层次 ($n = 47$)	6 (12.8%)	23 (48.9%)	16 (34.0%)	2 (4.3%)	2.30

* 平均值的计算使用了序数量值:4=很有用,3=有用,2=不很有用,1=没有用。

如从表 8.8 可发现的,将近 80% 的教师认为他们参加的学校/数学部层次的专业活动是有用或是很有用的。形成比较的是,对学区/县级层次活动的相应百分比却不到 40%。对表中数据应用 χ^2 检验得到, $\chi^2 = 14.1385$, $df = 3$ 和 $p = 0.0027$, 这意味着,根据教师



的评价,他们认为在增进他们关于数学教学的知识方面,学校/数学部层次的专业活动比学区/县级层次的活动在统计上显著地更为有用。

进一步对表 8.7 中关于地方/州级的数据和表 8.8 中学校/数学部层次的数据使用 χ^2 检验,我们得到 $\chi^2 = 0.6282$, $df = 3$ 和 $p = 0.8900$, 这说明这两个层次间不存在显著差异。总结起来,如果将问题 12 和 13 中所有这四个层次上的专业活动放在一起考虑,本研究表明,根据教师的认识,区域/全国性的专业活动在发展教师的教学知识上比地方/州级和学校/数学部层次的专业活动显著地更为重要,而后两者比起学区/县级层次的专业活动显著地更为重要。由于在过去的五年中,在区域/全国性层次上,教师平均参加的专业活动仅有 2 次,而有 21 名(30%)教师没有参加过任何一次,这一结果说明教师应当有更多的机会去参加全国性和区域性的专业会议、讲习班等此类活动;同时应当特别地提高学区/县级层次的专业活动的质量,因为与其他三个层次的有组织的专业活动相比较,它在发展教师的教学知识方面所起到的作用是最弱的。

非组织性的专业活动

问卷调查表中的问题 15 包括了三个我认为在教师的日常生活中会起到重要作用的非组织性的专业活动——观察听课、和同事的日常交流、以及阅读专业书刊。结果列在表 8.9 中。

表 8.9 教师怎样经常进行非组织性的专业活动

	从来没有	极少	每月一次	每一或两周一次	每周两或三次	几乎每天
观察听课	39	25	2	1	1	1
和同事的日常交流	0	1	1	8	17	42
阅读专业书刊	1	16	29	19	3	1

注: $n = 69$ 。

表 8.9 显示绝大多数教师(93%)在整个学年中从来没有或极少



观察听过他们同事的授课。此外,一名回答说“每一或两周一次”的是位数学部主任,他在面谈中解释说他定期地进行观察听课是他作为一个数学部主任的职责。因为问卷调查是不记名的,故对其他四位回答进行这样活动“每月一次”至“每天”有什么原因并不清楚,有些可能是有特定的职责才这么做的,但没有疑问的是,就如数十年前已被指出的(例如,见 Lortie, 1975),总体上教师仍旧各自封闭于他们自己的课堂中。

关于“和同事的日常交流”,该表说明它对大多数教师(61%)来说几乎天天发生,而对另外 36%的教师介于从每两周一次到每周两或三次。

关于“阅读专业书刊”,25%的教师在这个学年中从来没有或极少这么做过,其余的 75%从每月一次(42%)到几乎每天(前面提到的数学部主任)。在与 11 名教师^①的面谈中,其中 8 名(73%)认为教师因为太忙而没有时间阅读专业性书刊。在他们所读的专业刊物中,由 NCTM 出版的《数学教师》是被提到的最多的一种。不过,教师也阅读其他的杂志,如教师 B3 就清楚地解释说,

关于杂志——我不知道你是否听说过一本名叫《游戏》(Games)的杂志。那是一本相当不一般的杂志。它里面有智力谜题、文字谜题、数学谜题。我喜欢阅读那种类型的杂志。这也是我得到一些有用的教学思路的地方。我阅读所有东西。当我发现有意思的东西时,我就试着用在我的课堂上。

回到问卷调查表上,表 8.10 列出的是对那些非组织性的专业活动的作用给出不同评价的教师的人数分布。

根据表 8.10,大多数教师认为所有这些专业性活动是有用或很有用的,在“观察听课”、“和同事的日常交流”以及“阅读专业书刊”上相应的百分比分别为 67%、99%和 60%。对关于前两种活动的数

^① 有一名这学期没有教课的数学部主任没有被问到有关的问题。



应用 χ^2 检验,得到的 p -值小于 10^{-7} ,因此,“和同事的日常交流”比“观察听课”,明显地也比“阅读专业书刊”,在统计上显著地更为有用,这与第 5 至 7 章所报告的发现是一致的。

表 8.10 教师关于非组织性的专业活动对增进他们教学知识的作用的评价

	没有用	不很有用	有用	很有用	平均*
观察听课 ($n = 30$)	7 (23.3%)	3 (10.0%)	15 (50.0%)	5 (16.7%)	2.60
和同事的日常交流 ($n = 69$)	0 (0.0%)	1 (1.4%)	14 (20.3%)	54 (78.3%)	3.77
阅读专业书刊 ($n = 68$)	7 (10.3%)	20 (29.4%)	38 (55.9%)	3 (4.4%)	2.54

* 平均值的计算使用了序数量值:4=很有用、3=有用、2=不很有用、以及1=没有用。

设计数学内容表达方式所用的知识来源

最后,问卷调查表中第 22 题询问教师在本学年度中教数学新课时,他们在设计表达数学新内容的方式时怎样经常使用下述四种来源——教科书/教师参考资料、专业书刊、和同事的交流以及他们自身的知识(见附录 B)。表 8.11 表述的是教师对该问题的回答。

表 8.11 教师怎样运用不同的来源设计表达新的数学内容的方式

	从来没有	极少	有时	多数时候	总是	平均*
教科书/教师参考资料	1 (1.5%)	3 (4.5%)	23 (34.3%)	26 (38.8%)	14 (20.9%)	2.73
专业书刊	11 (16.4%)	23 (34.3%)	32 (47.8%)	1 (1.5%)	0 (0.0%)	1.34
和同事的交流	0 (0.0%)	0 (0.0%)	20 (29.9%)	27 (40.3%)	20 (29.9%)	3.00
你自身的知识	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (4.5%)	15 (22.4%)	49 (73.1%)	3.69

* 平均值的计算使用了序数量值:4=总是,3=多数时候,2=有时,1=极少,0=从来没有。



从表 8.11 可以看到,教师在设计表达新内容的方式时,最多使用的是他们自身的知识(可能从他们的职前培训、在职培训、职前实习教学经验、和其他来源中发展起来)以及与他们的同事一起合作。他们也借助于教科书和教师参考资料。比较来说,在这四种来源中他们运用得最少的资源是专业书刊。

对上述数据应用对数线性回归,其主要结果列在附录 G 中的表 G.5 中,我们看到,根据参数估计值,教师在设计表达新的数学内容的方式时,使用的来源的经常性的顺序依次为:他们“自身的知识”(D: -2.4319),“和同事的交流”(C: -0.5422),“教科书和教师参考资料”(A: 0)以及“专业书刊”(B: 3.7316)。此外,表中的 $Pr > \chi^2$ 的值显示,与“教科书/教师参考资料”来源相比,“自身的知识”在 0.05 的水平上显著地被更经常地使用到,“专业书刊”则显著地更少被用到,而“和同事的交流”则与其不存在显著的差异。

上述的结果与第 6 章中的发现是一致的。



8.2 教师怎样提升他们的教学知识

在面谈中,教师还被要求回答另外三个前面章节未有提到但却与本研究主题相关的问题。

第一个问题是问 12 名中的 11 名(包括 3 名数学部主任中的 2 名)^①教师,最近他们的教学策略或风格是否有重大的变化(和五或十年前比较);如果有,产生这些变化的知识来源是什么?

3 位还处在教学生涯早期阶段的教师分别回答,“实际上并没有”、“没有什么重大的变化,只是在课堂管理上松一点点”、“只有一点点,课堂组织更灵活一些”。对于后两种回答,2 位教师都解释说这种变化是因为他们有了更多的教学经验。

另外 8 名教师对此问题都回答了“是”。6 位教师称“使用更多

① 没有被问到的第三位数学部主任在该学期中没有教课任务。



的技术”是他们课堂教学中的一个重大的变化,有6名教师还提到了“合作学习”——其中4位现在更多地使用该种策略,1位在使用上更有选择性,而还有1位则改变了组织合作学习的方式(学生们现在总是按小组就坐)。除此之外,3名教师使用了更多的以学生为中心的方法,3名教师运用了更多的不同的方式进行数学教学,有1位现在预先准备好一切并提前做好所有的投影片,最后有1位教师结合了更多的应用。

尽管教师们可能并没有将他们所作的大的变化都表示出来,上述所列证明教师们的确是作了变化的。当要求那8位教师确定产生这些变化的知识来源时,4名说是“他们自身的教学经验和反思”,3名说是“同事”,3名说是“在职培训”,2名说是“专业性会议”,还有1名说是“阅读专业书刊”。因为他们以前的“作为学生时的经验”和“职前培训”不大可能继续产生作用从而成为这些变化的原因,我们把这两种来源不考虑在内,由此可再次看到上述结果与前三章所报告的发现在很大程度上是一致的。

第二个问题是在教师的教学生涯中,什么是他们发展其教学知识的主要来源。在面谈中所有这12名教师都被问到了这一问题。10位教师认为他们“自身的教学经验和反思”是最重要的来源或者是最重要的来源之一。例如,教师C3说:

我的成为一名好教师的主要来源是不断地阅读、观察和从我自身的经验学习。……我自己的经验肯定是第一位的。如果我有不好的经验,我就会立即尝试找对的去补救它,或是在课本中找、问别人为什么这行不通、或是在下一次自己尝试不同的东西。但是你必须始终保持变通性。你不能认为我是最好的,我是唯一一个最好的,只有我知道怎么做才是正确的。因为这样你就无法让自己有所提高,去采纳他人的意见了。

教师C1解释得更为简略一些:

至于提高我的知识,只是一种尝试和错误的方法。这



就是怎样增进你的知识的。[面谈者:所以那是你自身的教学经验?]是的。教学经验大概是最为重要的。

有8名教师也称“和同事的日常交流”是他们教学知识的一种主要来源。教师C1对此问题提供相对比较详细的回答:

[一位同事]^①会说,那堂课你教到哪儿了?你昨天做了些什么?所以你通常天天会与教你平行班的人沟通。至于其他的教师,你可能只有当特别遇到某些情况时才和她们进行交谈,你会说:行,现在我教到这,这个班以前是你教的,你觉得应该预计学生知道,还是不知道这些东西呢?如果有个学生给你带来问题,你知道他做得不好,你会对他以前的教学教师说:嗯,我对教这孩子还有问题,什么方法对其有用?[与你同事的这些交流]真的很有帮助。我想有必要对任何新教师强调这一点,如果你碰到问题,你一定要去问你部里的其他人。因为别认为你是第一个碰到这样问题的人。

教师A2生动地刻划了他是怎样保持与同事的日常交流以及为什么他认为那是重要的:

它们[交流]很多时候不是滔滔长谈,而是这里两分钟、那里两分钟、再这里两分钟。但如果你将它们加在一起,那就是可观的交谈时间以及之后的思考时间。它涉及教什么、怎样教、可能还有何时教。各种事情。

此外,大多数教师能回忆起和告诉这类交流的一个最近的例子以说明他们从这些交流中获得了什么教学知识。由于第5至7章已经包含了许多这样的实例,我将不再重复这样的例子。

另一些也被提到作为是主要来源的有“在职培训”(6位教师)、“有组织的专业活动”(6位教师)、“阅读专业书刊”(3位教师)、“职前培训”(1位教师)和“学习经验”(1位教师)。有意思的是,和教师B3

① 为匿名需要,这里隐去真实人名。



一样(见第7章),教师 A3 也将她抚育自己孩子的经验认作为她的关于如何进行更有效地教学的知识的一种主要来源。

这些回答与前几章中所讨论的发现是一致的。

与所有教师和数学部主任进行面谈的最后一个问题问的是,他们认为什么是在提升教师的教学知识中存在的主要困难,应该怎样追求这方面的提升。

就如所预料的,大多数(75%)被面谈者认为,最大的困难是教师繁重的教学负担及其他工作上的负担,他们太忙以致没有足够的时间和精力去追求专业发展。有4位教师认为,教师缺乏动力是要克服的一个主要困难。2名教师认为缺乏“知识渊博的演讲者”和“角色楷模”对教师发展新的教学策略和技能来说是最大的难处。不过,由于他们来自有充沛财政资源的学校,所以在面谈中没有人提到有经费方面的困难。

被面谈的人员还对如何提升教师的教学知识提出了各种建议。下面列出的是9名教师提出的建议:

- A. 学校给教师更多的自由时间以让他们追求专业发展。(3名教师)
- B. 学校给新教师提供以老带新计划。(3名教师)
- C. 学校物色好的带头人和激励教师不断学习。(3名教师)
- D. 职前培训计划给实习教学提供更多的时间。(2名教师)
- E. 学校邀请优秀的演讲者介绍新的教学知识和技能。(1位教师)
- F. 教师需要参加更多的外面的专业会议,至少每年一次。(1位教师)

三位部主任从作为数学部主任的角度分别提出以下几点。

- G. 让教师清楚了解他们所处的情况;在部里创造合作的机会;要求教师对自己的教学解释和负责。



H. 让最有效的教师担任带头的工作,支持他们[与同事]分享心得。

I. 寻找资源支持教师参加专业活动,让所有教师都坐在同一个办公室里以使他们有更多的机会交流心得。

我们可以看到,上述教师和数学部主任的大多数建议意味着教师需要更多地、更有效地和他们的同事进行交流,方式有或是正式的如以老带新计划(B)、或是非正式的如在部里创造合作机会(G、H)以及让教师坐在同一办公室内(I)。好教师带头作用的重要性也得到了高度的承认(B、C、E和H)。



发现的总结

作为对第5至7章的补充,本章对这前三章未包括的一些问题进行了讨论。本章所讨论的问题虽然更有一般性(没有对教师的教学知识加以划分),但与前三章所报告的主要发现是相关的,而且对理解这些发现是有帮助的。

本章第一部分通过考察各个不同的来源,探讨了关于教师如何运用或对待各具体来源的问题。被考察分析的来源主要有“作为学生时的经验”、“职前培训”、“在职培训”、“有组织的专业活动”、“和同事的日常交流”、“阅读专业书刊”。

本章的第二部分讨论了三个问题,分别是关于教师教学实践中产生重大的变化(如果有的话)的知识来源,总体上教师在教学生涯中发展教学知识的主要来源,以及教师在提升其教学知识中的主要困难和追求这种提升的途径。

下面提供的是本章根据从问卷调查和面谈获得的数据资料所得到的要点的一个总结。总结中包括的对每一种来源的平均评价分是通过使用相同的序数量值而得到的,其中4=很有用,3=有用,2=不很有用,1=没有用。

1. “作为学生时的经验”在教师发展他们的教学知识中所起的



作用很小。总体上,比起他们作为学生时所经历过的,这些教师用到了更多的教学策略,特别是包括使用技术和一些诸如合作学习之类的相对较新的教学策略。

2. 相当一部分教师在他们的职前培训课程中没有在一些基本的教学知识和技能上受到必要的培训。教师对他们的职前培训在增进他们的教学知识中的作用给予了很低的评价(平均评价价值:2.52)。教学实习被认为相当有用(平均评价价值:3.73),其在职前培训体系中,比数学教育课程(平均评价价值:2.63)显著地更为重要,而后者在提高未来教师的教学知识方面比一般教育学课程(平均评价价值:1.89)显著地更为重要。

3. 75%以上的教师认为以大学为基础的学位在职培训课程和非学位在职培训课程是有用的(平均评价价值:2.9和3.0)。教师也对他们所受到的使用技术方面的培训所给出的平均评价价值为3.52、对新的教学方法和策略方面的培训给了3.46、对如何教特定的数学内容方面给了3.29、而对教科书和其他教学材料方面给了3.20。

4. 90%以上的教师出于自己意愿参加了各种专业性活动。对于发展他们的教学知识来说,教师认为区域/全国性的专业活动(平均评价价值:3.10)比地方/州级的(平均评价价值:3.00)和学校/数学部层次的(平均评价价值:2.90)显著地更为重要,而后两者比学区/县级层次的活动(平均评价价值:2.30)显著地更为重要。

5. 几乎所有的教师都经常地保持和同事的日常交流,有75%的教师至少每月阅读一次专业书刊,很少有教师到其他教师的教室观察听课。教师和同事的日常交流在增进他们的教学知识中非常有用(平均评价价值:3.77),并且在统计上比“观察听课”(平均评价价值:2.60)和“阅读专业书刊”(平均评价价值:2.54)显著地更为重要。

6. 大多数在本研究中接受面谈的教师在最近几年都在教学方法上发生了重大的变化。教师作出这些变化的主要知识来源有他们自身的教学经验和反思、和同事的日常交流、在职培训、以及专业性



会议。

7. 总体上,教师在他们的教学生涯中发展自己的教学知识的最为重要的来源是他们自身的教学经验和反思、以及和同事的日常交流。教师的在职培训和有组织的专业活动如专业性会议也在提升教师的教学知识和技能中起着重要的作用。

8. 最后,大多数教师认为由于繁重的教学负担使教师缺乏足够的时间和精力,这是他们要提升教学知识的最大障碍。有些人也相信教师缺乏动力是一个要克服的主要问题。大多数教师提出了这种或那种途径以促进和同事之间的日常交流、从而发展他们的教学知识。

这一章讨论的所有发现与前三章论述的主要发现都是一致的。



第 9 章

研究的结论、意义和建议

本博士论文的最后一章有三个部分。第一部分提供了对本研究的一个总结、主要的发现和结论。第二部分论述了本研究的发现对于与提升教师教学知识这一过程直接相关的人员包括教师教育者、学校管理者和教师本身的意义,以及关于如何有效地发展教师教学知识的建议。第三部分对教师知识的研究者在有关方向开展进一步的研究提出了一些可能的方向。



总结和结论

本论文研究的总体上的问题是,教师在教学专业领域内是怎样发展他们的知识的?具体地,本研究有两个主要研究问题——教师的教学知识是否有不同的来源?如果有的话,不同的来源对于教师教学知识的发展有怎样的贡献?

本研究从认知者(主体)、被知体(客体)和知识过程(主客体间的交互作用)的动态关系中建立起知识的概念。主体对于客体的知识被定义为是主客体间一种交互作用的智力结果。根据这个定义,教师的教学知识就被定义成为教师所知道的关于怎样教的东西,包括三个主要部分:教学的课程知识(PCrK)——关于包括技术在内的教学材料和资源的知识;教学的内容知识(PCnK)——关于表达数学概念和过程的方式的知识;以及教学的方法知识(PIK)——关于教



学策略和课堂组织模式的知识。本研究将教师自身生涯的各个阶段都考虑在内,包括他们的学习经验、职前培训和在职培训,从而探究教师用以获取他们的教学知识的来源。

本研究的对象是三所优秀高中的所有 77 名数学教师,这三所学校是根据伊利诺伊州目标评定计划数学测试的成绩,从芝加哥大都市区 25 所最好的高中学校分层随机抽样而得到的。

本研究设计和运用了三种工具从样本中收集数据。第一是一份问卷调查表,发给了所有研究对象。有 69 名教师返回了问卷表,其回复率为近 90%。第二是观察听课,目的在于确定教师在教学中拥有和使用到什么样的教学知识。观察听课被用于 9 名教师,每个学校各 3 名:一个随机选自具有 0~5 年教学经验的教师,另一个随机选自具有 6~15 年教学经验的教师,最后一个随机选自具有 16 年以上教学经验的教师。对于每一名教师,有两堂不同班级的数学课接受了观察听课。第三是面谈,对 9 名接受听课的教师和这些学校的 3 位数学部主任进行。面谈着重于教师如何学到他们在被听的课上所展现的具体的教学知识,以及他们是如何追求提升他们的教学知识的。

定量的方法被用于分析从问卷调查中得到的数据,以获得关于教师怎样发展他们教学知识的一些一般模式。除了一些诸如百分比、平均数和标准差的描述性统计量外,对数线性回归模型被用于确定不同的来源对于教师教学知识发展的相对重要性; χ^2 检验被用于分析教师的教学经验是否影响到不同的来源对教师教学知识发展的相对重要性。

定性的方法用于从观察听课和面谈中得到的数据资料,以分析有机存在于实际情景中的证据,刻画出教师是怎样发展他们在被听的课堂教学中所展现的具体的教学知识。

本研究得到若干主要的发现和结论,它们对两个研究问题给出了答案。

对于第一个问题,教师的教学知识是否有不同的来源? 答案简



单地说即为“是”。

换句话说,本研究揭示了教师有不同的来源以发展他们的教学知识中的所有三个组成部分:PCrK、PCnK 和 PIK。他们从他们作为学生时的经验、他们的职前培训、他们的在职教学经验、甚至是他们的社会及抚育孩子的经验中获得和发展他们的关于怎样进行数学教学的知识。

对于第二个问题,不同的来源对于教师教学知识的发展有怎样的贡献?本研究得出了以下总体上适用于教师的结论。

第一,对于 PCrK,教师“自身的教学经验和反思”以及他们“和同事的日常交流”是教师 PCrK 的所有三个子成分——关于教材的知识、关于技术的知识和关于教辅实物材料的知识的最为重要的来源。“在职培训”是教师关于技术的知识的最重要的来源之一,对他们关于教材和教辅实物材料的知识则是第二等重要的来源。“有组织的专业活动”对所有这三个成分都是第二等重要的来源。“作为学生时的经验”对教师关于教材的知识是第二等重要的来源,而对他们关于技术和教辅实物材料的知识则是最不重要的来源之一。“阅读专业书刊”以及“职前培训”对教师教学的课程知识的所有三个成分都是最不重要的来源。

统计意义上,所有的来源对有不同长短的教学经验的教师在发展他们关于教材的知识上具有同等的重要性。但是,在教师发展其关于技术的知识上,相对于较年长的教师,“作为学生时的经验”和“职前培训”这两种来源对年轻教师有更为重要的作用;此外,相对于较年长的教师,“职前培训”在教师关于教辅实物材料的知识的发展上对年轻教师也更为重要。

第二,对于 PCnK,最重要的来源是教师“自身的教学经验和反思”以及他们“和同事的日常交流”。第二等重要的来源是“作为学生时的经验”、“有组织的专业活动”、“在职培训”以及“阅读专业书刊”。最不重要的来源是“职前培训”。另外,“教科书”也是教师 PCnK 的第二等重要的来源。



除了“和同事的日常交流”这一来源以外,所有其他的来源对具有不同长短的教学经验的教师都有相同的重要作用。和他们较年长的同事比较,年轻教师从“和同事的日常交流”这一来源获得的PCnK要显著地更多。

第三,对于PIK,最重要的来源是教师“自身的教学经验和反思”、“和同事的日常交流”和“在职培训”。第二等重要的来源是“有组织的专业活动”。而最不重要的来源是“职前培训”、“作为学生时的经验”和“阅读专业书刊”。

此外,在发展教学的方法知识上,每种不同的来源在统计上对所有的教师都具有同等的重要性,而无论他们从何时开始教学工作。

表 9.1 提供了另一个角度观察上述主要的发现。

表 9.1 关于不同来源对于教师教学知识发展的相对重要性的主要发现的总结

来源 ^a	PCrK			PCnK ^b	PIK
	关于教材	关于技术	关于其他 教学材料		
最重要	G,E	G,E,C	G,E	G,E ^c	G,E,C
第二等重要	C,D,A	D	C,D	D,A,C,F	D
最不重要	F,B	F,A ^c ,B ^c	F,B ^c ,A	B	B,A,F

a A=作为学生时的经验,B=职前培训,C=在职培训,D=有组织的专业活动,E=和同事的日常交流,F=阅读专业书刊,G=自身的教学经验和反思。

b “教科书”也是第二等重要的来源。

c 相对于较年长的教师,这些来源对于年轻教师显著地更为重要。

简言之,总起来考虑教师教学知识的所有这些组成部分,我们可以看到教师“自身的教学经验和反思”及“和同事的日常交流”对他们发展自身的教学知识是两个最为重要的来源;“在职培训”和“有组织的专业活动”也是相对重要的来源;但教师“作为学生时的经验”、“职前培训”和“阅读专业书刊”则是最不重要的来源。

本研究的发现并不支持“教师按他们以前被教的方式进行教学”



这一带有普遍性的看法。更具体地说,对于本研究中的样本,这一论断不仅过于简单化,而且基本上是错误的。



9.2 对教师教育工作者、学校管理者及教师自身的意义

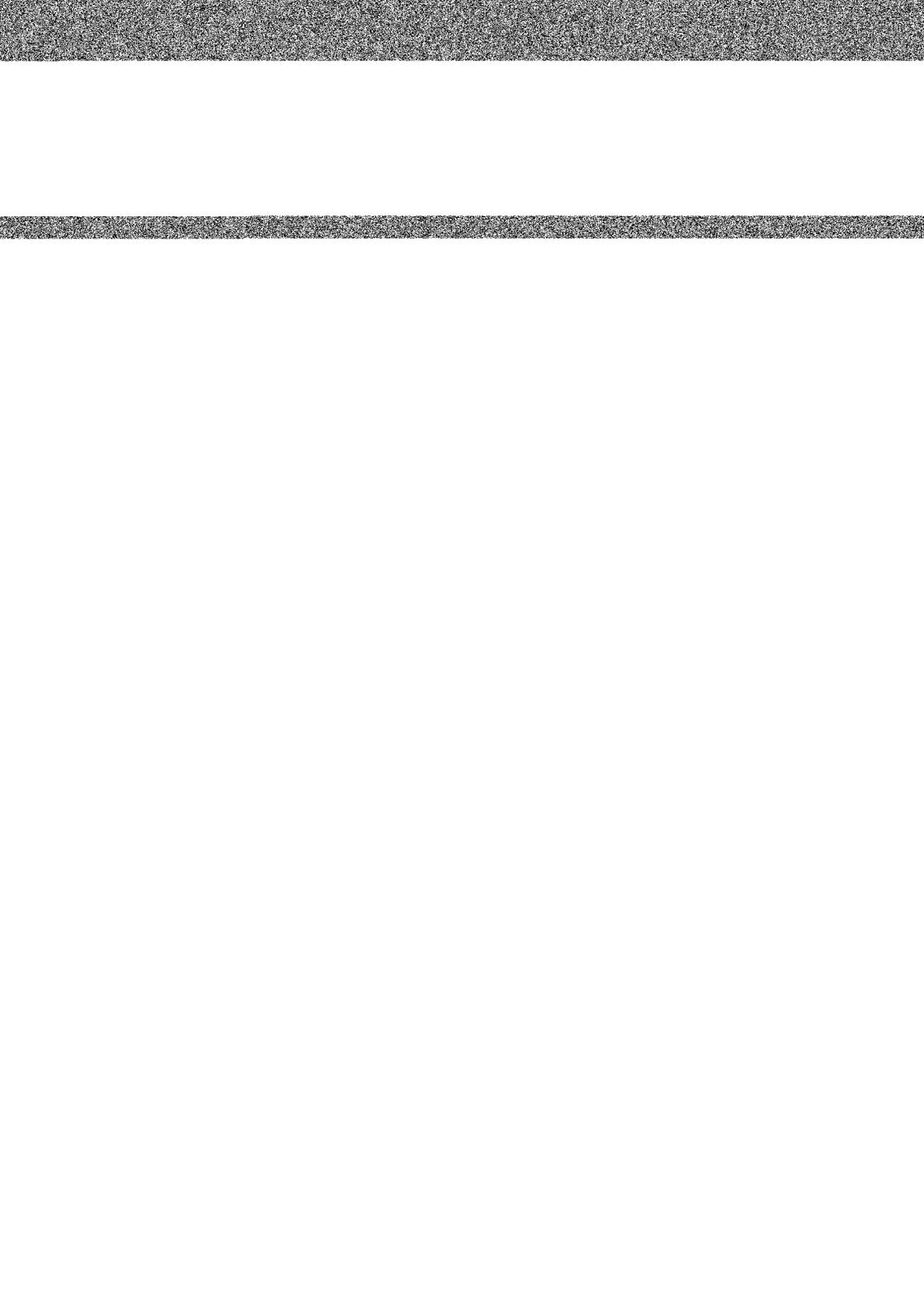
本研究所关注的是教师知识发展,这是教师职业发展的一个关键性的部分。本研究的发现对教师教育工作者、学校管理者及教师本身具有几个方面的意义。这些人在教师知识的发展中都扮演着一一定的角色。

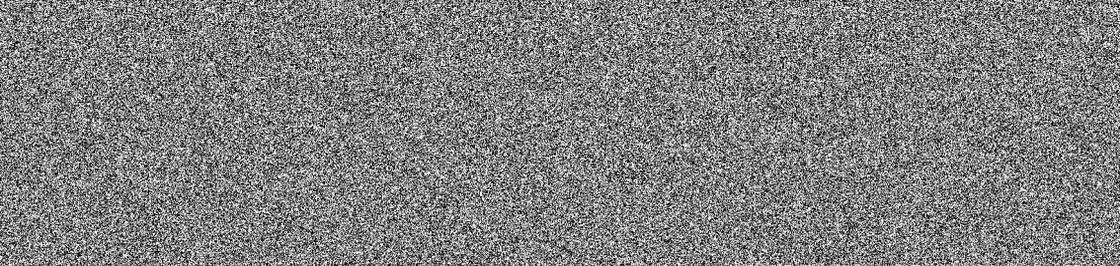
对于教师教育工作者,本研究的发现(至少是对以前是、未来也将是教师教育工作者的本研究者来说)是令人失望的,同时也是具有挑战性的。尽管有很少数的教师认为他们的职前培训是很有用或有用的,在总体上教师(无论是年轻的或是年长的)都认为他们的职前培训在他们发展自身的教学知识的各个方面(PCrK、PCnK 和 PIK)中,都是最不重要的来源;而且很大一部分教师在一些基本的教学知识和技能上没有受到应有的培训。在职前教师教育的课程结构中,教师们认为教学实习在发展他们的教学知识中很有用,但一般教育学课程和数学教育课程的有效性都要少得多。

根据本研究,教师教育工作者有必要采取一些实质性的措施以改革职前培训计划和提高它们的整体质量。特别地,应当强化教学实习并给予更多的时间,并及时地更新一般教育和数学教育的课程,使得这些课程中能融入更多更新的现代教学知识和技术、传播给未来的教师们。

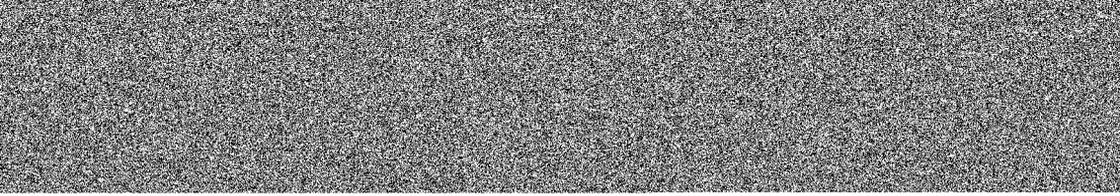
对于学校管理者,本研究所揭示的最重要的信息就是,促进教师同事之间的日常交流在推动教师职业发展上是非常重要而且相当有益的,因为这是他们增进教学知识的最为重要的来源之一。从这个角度来看,采取有些措施将既是有帮助的、且实施起来也是不非常困难的,例如,强化对新教师的以老带新计划,和让所有的数学教师在

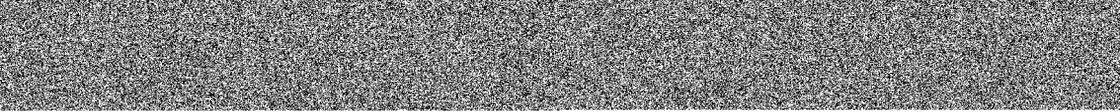


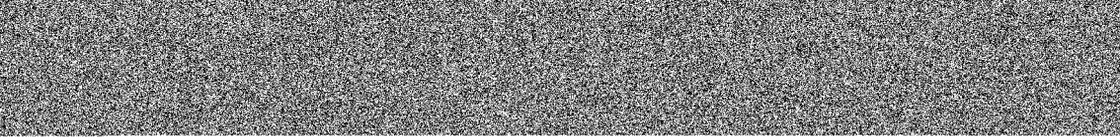




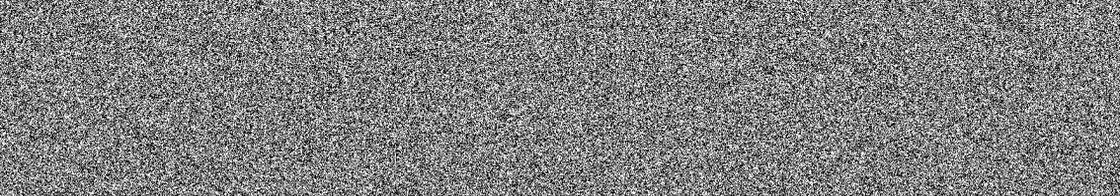


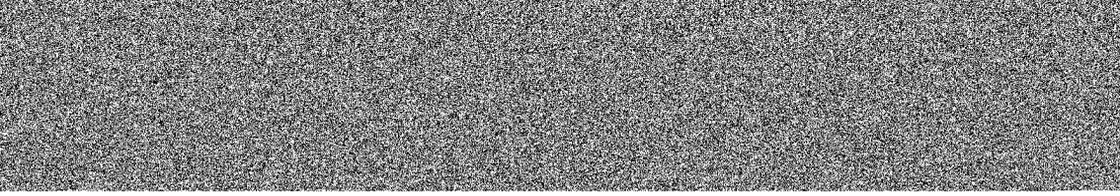






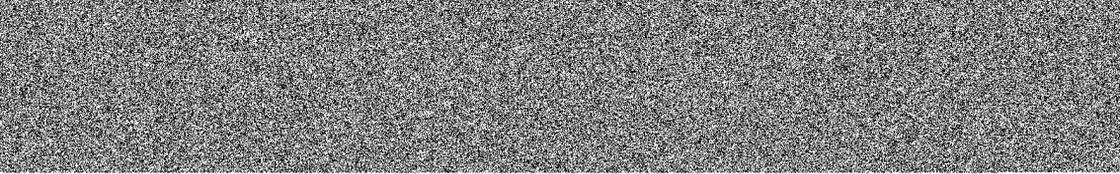


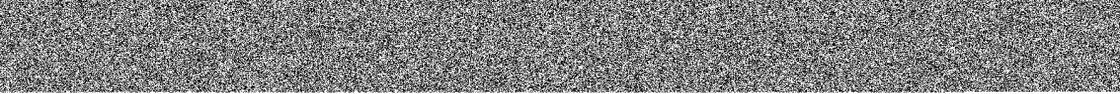




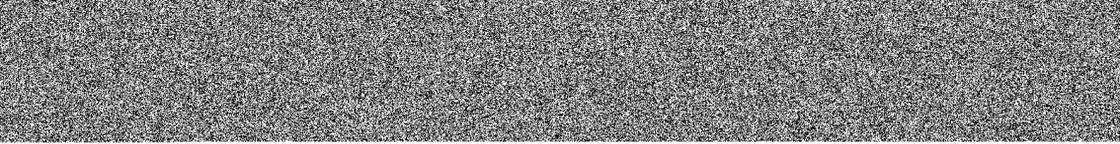














道这种教辅实物材料在这里会有帮助？

8. 有人称教师用他们以前被教的方法进行教学。你是否同意这样的说法呢？你能否找出一位或一位以上对你的教学方法有重大影响的你以前在学校读书时的老师？如能的话，那么其影响是什么？

你的教学方法和你以前被教的教学方法是否有差别？如果是的话，差别在哪里？

9. 你的教学策略和风格在最近几年里是否有大的变化？如是的话，这些变化是什么？你怎样知道那些新的东西？

10. 在你的职业生涯里，你发展自己教学知识的主要来源是什么？

11. 你怎样经常和你的同事之间有日常交流？这种交流有帮助吗？你能否告诉我上星期或这星期发生的这样的一个例子？

12. 常说教师太忙所以没有时间阅读专业书刊。你怎样认为这一说法？你本人怎样经常阅读专业书刊？它有帮助吗？你能否告诉我你从阅读专业书刊获得知识的一个例子？

13. 为了使教师更有效地发展他们的关于怎样进行数学教学的知识，根据你自身的经验，你认为哪些是主要的困难？

你认为要提升教师的教学知识，我们应该做哪些事情？



附录 E 和数学部主任面谈的提纲

首先,我要感谢你支持我在贵部进行调查研究并抽出时间和我交谈。根据我从贵部所收集到的情况资料,我想问你几个问题以便我可以获得更详细和有针对性的信息。因为这种信息对我的研究很重要,我想对这一谈话作录音以便对你的答复有一准确的记录。

(注:下列问题旨在主要为面谈提供一个引导。实际面谈中所问的问题将取决于所在学校及其数学部的背景和情况。)

1. 你担任数学部主任已有多久?

自从你担任部主任以来,你怎样组织数学部内的专业活动?一般以什么方式进行?这些活动的目的是什么?

2. 你部里怎样经常组织正式的专业活动,诸如数学部会议、报告会、交流会、等等?(一星期一次、两星期一次、一个月一次,等等?)

主要是出于何种理由所以你部有这样数量的专业活动?(主要困难是什么?教师是否有强烈的动机和足够的时间?)

3. 你的部里或学校是否有为新教师的培训专项,例如为他们而安排的以老带新或学徒计划?

如果有的话,你部希望新教师主要学到什么东西?这些计划进展如何?新教师觉得从这些培训计划中学到不少东西吗?

如果没有的话,你部或学校在新教师遇到问题或发现他们不能足够胜任教学时怎样帮助他们?你能否给我举一个例子?

4. 你部是否有为进一步发展有经验的教师的数学教学知识和能力而安排的特别计划?

如果有的话,它们现在进行的情况怎样?

如果没有的话,你部或学校一般怎样去支持他们的专业发展?

5. 有人称教师用他们以前被教的方法进行教学。你是否同意这样的说法呢?你能否找出一位或一位以上对你的教学方法有重大影响的你以前在学校读书时的老师?如果能的话,那么其影响是什么?



你的教学方法和你以前被教的教学方法是否有差别？如果是的话，差别在哪里？

6. 你的教学策略和风格在最近几年里是否有大的变化？如是的话，这些变化是什么？你怎样知道那些新的东西？

7. 在你的职业生涯里，你发展自己教学知识的主要来源是什么？

8. 常说教师太忙所以没有时间阅读专业书刊。你怎样认为这一说法？你本人怎样经常阅读专业书刊？它有帮助吗？你能否告诉我你从阅读专业书刊获得知识的一个例子？

9. 为了使教师更有效地发展他们的关于怎样进行数学教学的知识，根据你自身的经验，你认为哪些是主要的困难？

你认为要提升教师的教学知识，我们应该做哪些事情？



附录 F 参加研究的教师概况

表 F.1 各学校教师按性别的人数分布

	年 龄		总 计
	男	女	
学校 A	10	16	26
学校 B	8	14	22
学校 C	13	8	21
总 计	31	38	69

表 F.2 各学校教师按年龄的人数分布

	年 龄				未回答	总 计
	[20,30)*	[30,40)	[40,50)	[50,60)		
学校 A	10	5	6	4	1	26
学校 B	2	8	6	6	0	22
学校 C	5	3	5	8	0	21
总 计	17	16	17	18	1	69

* 20≤年龄<30

表 F.3 各学校教师按所获最高学位的人数分布

	学 位			总 计
	学士	硕士	博士	
学校 A	7	19	0	26
学校 B	2	20	0	22
学校 C	3	17	1	21
总 计	12	56	1	69



表 F.4 教师所获学位的专业分布

	数学和数学教育	教 育	其 他
专 业	63 (91.3%)	6 (8.7%)	16 (23.2%)
专业和副修专业	65 (94.2%)	4 (5.8%)	39 (56.5%)

注:数学和数学教育——包括数学和统计学,课程和教学(数学),教育心理学(数学)。教育——包括教育管理,中学教育,教育和社会政策,等。其他——包括计算机,行政学,休闲业管理,体育,等。

表 F.5 教师按数学教学教龄的人数分布

	0~5 年	6~15 年	16 年以上	平均教龄(年)
学校 A	7	9	10	13.3
学校 B	4	4	14	18.5
学校 C	6	4	11	16.5
总 计	17	17	35	15.9

注:教师教学所有学科的教龄和数学教学的教龄基本一致。这 69 名教师教学所有学科的平均教龄是 16.2 年,比数学教学的平均教龄稍长。



附录 G 对数回归分析的主要结果

注:本附录包含的六个表(表 G.1 至表 G.6)给出了对从问卷调查得到的数据进行对数回归分析的主要结果。表 G.1 附有一个解释。该解释可相应地用于理解表 G.2 至表 G.6。



教学的课程知识——教科书的知识

表 G.1 关于不同来源对教师教科书知识的贡献之数据的对数回归分析

变量 ^a	自由度	参数估计值	标准差	Wald χ^2 值	Pr > χ^2	标准估计值
截距 1	1	-0.0602	0.2295	0.0687	0.7932	—
截距 2	1	-0.9609	0.2360	16.5829	0.0001	—
截距 3	1	2.3861	0.2724	76.7085	0.0001	—
A	1	0.4551	0.3289	1.9153	0.1664	0.087 895
B	1	0.8491	0.3428	6.1364	0.0132	0.163 987
C	1	-0.4284	0.3157	1.8422	0.1747	-0.082 744
D ^b	0	0	—	—	—	—
E	1	-2.5298	0.3444	53.9533	0.0001	-0.488 581
F	1	0.7345	0.3381	4.7208	0.0298	0.141 867
G	1	-4.0523	0.4260	90.4748	0.0001	-0.782 612

注:关于 PROPORTIONAL ODDS 假设的 χ^2 检验 SCORE 为 14.6452, 自由度 $df=12$ 。检验相应的概率值为 0.2614, 说明 PROPORTIONAL ODDS 假设合理, 且该模型较好地适合所给的数据。

a 关于自变量, A=作为学生时的经验, B=职前培训, C=在职培训, D=有组织的专业活动, E=和同事的日常交流, F=阅读专业书刊, G=自身的教学经验和反思。为数据处理工作, 对每一教师设置了 7 个重复性的观察值。根据自变量的值, 亦即 (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)、(0, 1, 0, 0, 0, 0, 0)、(0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)、(0, 0, 0, 1, 0, 0, 0)、(0, 0, 0, 0, 1, 0, 0)、(0, 0, 0, 0, 0, 1, 0) 和 (0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)。因为有一名教师未提供有关信息, 总观察数为 $68 \times 7 = 476$ 。关于因变量 Y, 有 4 个回答水平: 4=很多, 3=有些, 2=很少, 1=没有贡献。

b D 的参数值设置为 0, 因为这里使用的是 UNSATURATED 模型。



定义 p_1 为选择“没有贡献”的概率, p_2 为选择“很少(贡献)”的概率, p_3 为选择“有些(贡献)”的概率, p_4 为选择“很多(贡献)”的概率,我们可以从对数回归得到:

$$\begin{aligned} \text{logit}(p_1) &= \log \frac{p_1}{1-p_1} = -0.0602 + 0.4551 * X_A + 0.8491 * X_B - \\ &0.4284 * X_C + 0 * X_D - 2.5298 * X_E + 0.7346 * X_F - \\ &4.0523 * X_G; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logit}(p_1 + p_2) &= \log \frac{p_1 + p_2}{1 - p_1 - p_2} = -0.9609 + 0.4551 * X_A + \\ &0.8491 * X_B - 0.4284 * X_C + 0 * X_D - \\ &2.5298 * X_E + 0.7346 * X_F - 4.0523 * X_G; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logit}(p_1 + p_2 + p_3) &= \log \frac{p_1 + p_2 + p_3}{1 - p_1 - p_2 - p_3} = 2.3861 + \\ &0.4551 * X_A + 0.8491 * X_B - 0.4284 * X_C + \\ &0 * X_D - 2.5298 * X_E + 0.7346 * X_F - 4.0523 * X_G。 \end{aligned}$$

在上述模型中, X_A, \dots, X_G 为虚(dummy)变量, 值均为 0 或 1, 且

$$\sum_{i=A}^G X_i^2 = 1。$$

说明上述模型的一个例子是, 应用第一个模型, 令 $X_A = 1, X_B, \dots, X_G = 0$, 则 $\log \frac{p_1}{1-p_1} = -0.0602 + 0.4451 = 0.3849$ 。因此 $p_1 = \frac{e^{0.3849}}{1 + e^{0.3849}} = 0.595$ 。亦即该 logit 模型预测, 当评价来源 A (作为学生时的经验) 的贡献时, 59.5% 的教师选择 $Y = 1$ (“没有贡献”); 相比而言, 令 $X_G = 1, X_A, \dots, X_F$ 皆为 0, 我们可以算得 $p_1 = 0.016$ 。即是说, 当评价来源 G (教师自身的教学经验和反思) 的贡献时, 只有 1.6% 的教师选择 $Y = 1$ (“没有贡献”)。实际上, 相对于自变量 D (注意: 我们设置 0 为 D 的参数值), 这些斜率估计的大小意味着教师选择 $Y = 1$ 的倾向。类似的解释可用于其他两个模型。

对 p_4 而言, 因为 $p_4 = 1 - p_1 - p_2 - p_3$, 所以一个自变量的系数越小, 则 p_4 的值就越大。事实上, 由于 $\log \frac{p_1 + p_2 + p_3}{1 - p_1 - p_2 - p_3} = \log \frac{1 - p_4}{p_4}$, 从上面的第三个模型, 我们可以得到, 当评价来源 A (作为学生时的经验) 的贡献时, 只有 5.5% 的教师选



择 $Y = 4$ (很多贡献); 但当评价来源 G (教师的自身教学经验和反思) 的贡献时, 高达 84.1% 的教师选择 $Y = 4$ (很多贡献)。

简言之, 根据表中参数估计值, 不同来源对于教师教科书知识发展的贡献依次为教师: “自身的教学经验和反思”(G: -4.0523), “和同事的日常交流”(E: -2.5298), “在职培训”(C: -0.4284), “有组织的专业活动”(D: 0), “作为学生时的经验”(A: 0.4551), “阅读专业书刊”(F: 0.7346) 和 “职前培训”(B: 0.8491)。



2 教学的课程知识——技术的知识

表 G.2 关于不同来源对教师技术知识的贡献之数据的对数回归分析

变量 ^a	自由度	参数估计值	标准差	Wald χ^2 值	$Pr > \chi^2$	标准估计值
截距 1	1	-2.7426	0.2882	90.5371	0.0001	—
截距 2	1	-1.3767	0.2563	28.8597	0.0001	—
截距 3	1	0.8823	0.2433	13.1464	0.0003	—
A	1	2.7950	0.3565	61.4673	0.0001	0.539 793
B	1	2.9424	0.3605	66.6198	0.0001	0.568 267
C	1	-0.9082	0.3333	7.4226	0.0064	-0.175 398
D ^b	0	0	—	—	—	—
E	1	-1.6493	0.3538	21.7331	0.0001	-0.318 527
F	1	1.9272	0.3395	32.2251	0.0001	0.372 208
G	1	-1.9138	0.3662	27.3090	0.0001	-0.369 616

注: 关于 PROPORTIONAL ODDS 假设的 χ^2 检验 SCORE 为 7.9216, 自由度 $df=12$ 。检验相应的概率值为 0.7912, 说明 PROPORTIONAL ODDS 假设合理, 且该模型良好的适合所给的数据。

a 关于自变量, A=作为学生时的经验, B=职前培训, C=在职培训, D=有组织的专业活动, E=和同事的日常交流, F=阅读专业书刊, G=自身的教学经验和反思。为数据处理工作, 对每一教师设置了 7 个重复性的观察值。根据自变量的值, 亦即 (1, 0, 0, 0, 0, 0), (0, 1, 0, 0, 0, 0), (0, 0, 1, 0, 0, 0), (0, 0, 0, 1, 0, 0), (0, 0, 0, 0, 1, 0, 0), (0, 0, 0, 0, 0, 1, 0) 和 (0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)。因为有一名教师未提供有关信息, 总观察数为 $68 \times 7 = 476$ 。关于因变量 Y , 有 4 个回答水平: 4=很多, 3=有些, 2=很少, 1=没有贡献。

b D 的参数值设置为 0, 因为这里使用的是 UNSATURATED 模型。





3 教学的课程知识——教辅实物材料的知识

表 G.3 关于不同来源对教师教辅实物材料知识的贡献之数据的对数回归分析

变量 ^a	自由度	参数估计值	标准差	Wald χ^2 值	$Pr > \chi^2$	标准估计值
截距 1	1	-1.6340	0.2414	45.8060	0.0001	—
截距 2	1	-0.1157	0.2236	0.2676	0.6049	—
截距 3	1	1.8805	0.2523	55.5459	0.0001	—
A	1	1.7641	0.3266	29.1839	0.0001	0.340 700
B	1	1.2824	0.3176	16.3061	0.0001	0.247 663
C	1	-0.0902	0.3108	0.0842	0.7717	-0.017 412
D ^b	0	0	—	—	—	—
E	1	-1.8788	0.3321	32.0077	0.0001	-0.362 838
F	1	0.9111	0.3133	8.4563	0.0036	0.175 951
G	1	-1.8177	0.3308	30.1918	0.0001	-0.351 045

注:关于 PROPORTIONAL ODDS 假设的 χ^2 检验 SCORE 为 7.5689, 自由度 $df=12$ 。检验相应的概率值为 0.8178, 说明 PROPORTIONAL ODDS 假设合理, 且该模型良好地适合所给的数据。

a 关于自变量, A=作为学生时的经验, B=职前培训, C=在职培训, D=有组织的专业活动, E=和同事的日常交流, F=阅读专业书刊, G=自身的教学经验和反思。为数据处理工作, 对每一教师设置了 7 个重复性的观察值。根据自变量的值, 亦即 (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)、(0, 1, 0, 0, 0, 0, 0)、(0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)、(0, 0, 0, 1, 0, 0, 0)、(0, 0, 0, 0, 1, 0, 0)、(0, 0, 0, 0, 0, 1, 0) 和 (0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)。因为有一名教师未提供有关信息, 总观察数为 $68 \times 7 = 476$ 。关于因变量 Y, 有 4 个回答水平: 4=很多, 3=有些, 2=很少, 1=没有贡献。

b D 的参数值设置为 0, 因为这里使用的是 UNSATURATED 模型。



4 教学的方法知识

表 G.4 关于不同来源对教师教学的教法知识的贡献之数据的对数回归分析

变量 ^a	自由度	参数估计值	标准差	Wald χ^2 值	$Pr > \chi^2$	标准估计值
截距 1	1	-2.1342	0.2564	69.3008	0.0001	—



(续表)

变量 ^a	自由度	参数估计值	标准差	Wald χ^2 值	$Pr > \chi^2$	标准估计值
截距 2	1	-0.4099	0.2267	3.2684	0.0706	—
截距 3	1	1.5961	0.2483	41.3252	0.0001	—
A	1	0.9635	0.3156	9.3233	0.0023	0.186 080
B	1	0.8041	0.3144	6.5401	0.0105	0.155 286
C	1	-0.7146	0.3173	5.0721	0.0243	-0.137 999
D ^b	0	0	—	—	—	—
E	1	-2.5913	0.3635	50.8325	0.0001	-0.500 450
F	1	1.1670	0.3174	13.5152	0.0002	0.225 379
G	1	-3.4997	0.4347	64.8189	0.0001	-0.675 888

注:关于 PROPORTIONAL ODDS 假设的 χ^2 检验 SCORE 为 8.9678, 自由度 $df=12$ 。检验相应的概率值为 0.7057, 说明 PROPORTIONAL ODDS 假设合理, 且该模型良好的适合所给的数据。

a 关于自变量, A=作为学生时的经验, B=职前培训, C=在职培训, D=有组织的专业活动, E=和同事的日常交流, F=阅读专业书刊, G=自身的教学经验和反思。为数据处理工作, 对每一教师设置了 7 个重复性的观察值。根据自变量的值, 亦即 (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)、(0, 1, 0, 0, 0, 0, 0)、(0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)、(0, 0, 0, 1, 0, 0, 0)、(0, 0, 0, 0, 1, 0, 0)、(0, 0, 0, 0, 0, 1, 0) 和 (0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)。因为有一名教师未提供有关信息, 总观察数为 $68 \times 7 = 476$ 。关于因变量 Y, 有 4 个回答水平: 4=很多, 3=有些, 2=很少, 1=没有贡献。

b D 的参数值设置为 0, 因为这里使用的是 UNSATURATED 模型。



用来表达新内容的知识来源

表 G.5 关于教师怎样经常运用不同知识来源设计表达新的数学内容的方式之数据的对数回归分析

变量 ^a	自由度	参数估计值	标准差	Wald χ^2 值	$Pr > \chi^2$	标准估计值
截距 1	1	-5.3184	0.5669	88.0080	0.0001	—
截距 2	1	-3.6717	0.4911	55.9087	0.0001	—
截距 3	1	-0.3564	0.2350	2.3011	0.1293	—
截距 4	1	1.4109	0.2614	29.1420	0.0001	—
A ^b	0	0	—	—	—	—



(续表)

变量 ^a	自由度	参数估计值	标准差	Wald χ^2 值	$Pr > \chi^2$	标准估计值
B	1	3.7316	0.5255	50.4161	0.0001	0.892 521
C	1	-0.5422	0.3214	2.8460	0.0916	-0.129 688
D	1	-2.4319	0.3746	42.1537	0.0001	-0.581 650

注:关于 PROPORTIONAL ODDS 假设的 χ^2 检验 SCORE 为 6.4595, 自由度 $df=9$ 。检验相应的概率值为 0.6932, 说明 PROPORTIONAL ODDS 假设合理, 且该模型良好地适合所给的数据。

a 关于自变量, A=教科书/教师参考资料, B=专业书刊, C=和同事的日常交流, D=自身的知识。关于因变量 Y, 有 5 个回答水平: 4=总是, 3=大多数时间, 2=有时, 1=极少时间, 0=从来没有。

b A 的参数值设置为 0, 因为这里使用的是 UNSATURATED 模型。



6 教学的内容知识

表 G.6 关于不同来源对教师教学的内容知识的
贡献之数据的对数回归分析

变量 ^a	自由度	参数估计值	标准差	Wald χ^2 值	$Pr > \chi^2$	标准估计值
截距 1	1	-2.0794	0.3062	46.1235	0.0001	—
A	1	-0.7538	0.5198	2.1026	0.1470	-0.137 519
B	1	-1.4759	0.6608	4.9892	0.0255	-0.269 265
C	1	-0.7538	0.5198	2.1026	0.1470	-0.137 519
D ^b	0	0	—	—	—	—
E	1	1.3863	0.3680	14.1918	0.0002	0.252 916
F	1	-0.7538	0.5198	2.1026	0.1470	-0.137 519
G	1	2.0794	0.3616	33.0620	0.0001	0.379 374
H	1	0.6581	0.3910	2.8328	0.0924	0.120 056

注:关于或然比 $(-2\log L)\chi^2$ 检验的统计量是 143.161, 自由度 $df=7$, $p=0.0001$, 说明在模型中自变量(知识来源)的合成作用在统计上显著。

a 关于自变量, A=作为学生时的经验, B=职前培训, C=在职培训, D=有组织的专业活动, E=和同事的日常交流, F=阅读专业书刊, G=自身的教学经验和反思, H=教科书。因变量 Y 为虚变量, 1=是, 0=否。

b D 的参数值设置为 0, 因为这里使用的是 UNSATURATED 模型。



定义 p 为选择“是”的概率,对数回归模型是:

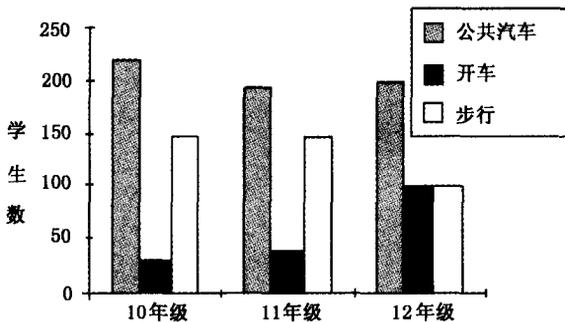
$$\begin{aligned}\text{logit}(p) = \log \frac{p}{1-p} = & -2.0974 - 0.7538 * X_A - 1.4759 * X_B - \\ & 0.7538 * X_C + 0 * X_D + 1.3683 * X_E - 0.7538 * X_F + \\ & 2.0794 * X_G + 0.6581 * X_H.\end{aligned}$$

每个参数,即模型中每个变量的系数,表明该变量对于对数几率($Y = 1$)的影响。如果控制其他变量,一参数的值越大,则其变量(来源)的影响也就越大。



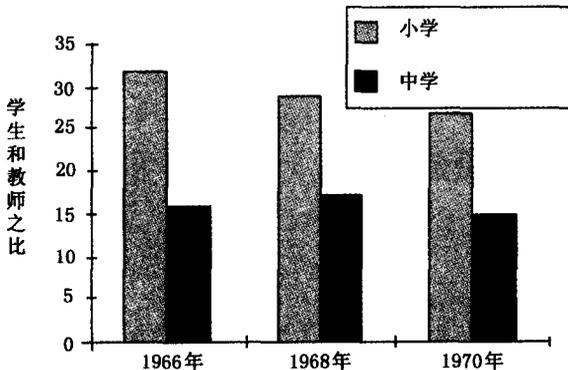
附录 H 教师 A2 所用的问题

交通 下列条形图表示了华盛顿高中学生在 1990~1991 学年上学所用的交通方式。使用该图回答第 1 至 3 题。



1. 哪个年级开车上学的学生最多? _____
2. 哪两个年级步行上学的学生一样多? _____
3. 十年级同学中最普遍的上学交通方式是什么? _____

师生比例 下列条形图表示了公立学校在 1966、1968 和 1970 年的学生和教师之比。使用该图回答第 4 至 6 题。



4. 哪一年小学的学生和教师比例最高? _____
5. 1968 年中学的学生和教师比例大约是多少? _____
6. 哪一年学生和教师比例下降较快? _____

测验成绩 下列数据表示了 20 名学生在一次 10 分为满分的测验中所获的分数。使用这些数据解答第 7 至 10 题。

10, 8, 4, 6, 7, 8, 8, 9, 6, 7,

1, 7, 10, 7, 8, 6, 8, 8, 7, 9。

7. 作出频数分布表。

8. 用这些数据建立线条图。

9. 最普遍的分数是什么? _____

10. 凡 6 分以下都为不及格。这次测验有多少学生不及格? _____

照看小孩工作 下列数据表示了 20 名学生在这一个星期从事照看小孩工作的小时数。使用这些数据解答第 11 至 14 题。

3, 7, 2, 4, 4, 4, 0, 3, 2, 3,

0, 2, 3, 5, 5, 7, 6, 4, 3, 3。

11. 作出频数分布表。

12. 用这些数据建立线条图。

13. 最普遍的用于照看小孩工作的小时数是多少? _____

14. 有多少学生在这星期中未做照看小孩的工作? _____

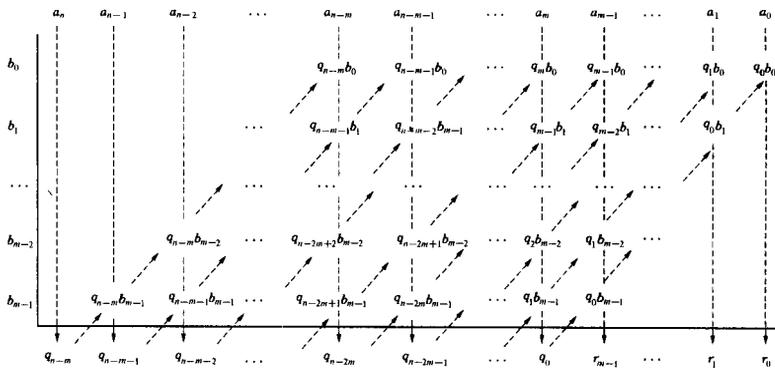


注意图中被除式和除式及其系数分别是怎样排列的,及箭头是怎样表示各数值间的相互关系的。该方法的正确性可由多项式的长除法加以验证。很容易地,对于除式是更高次式的情况,我们可依同样的原理列出相应的“系数综合式”进行计算。

更一般地,上述方法可类似地推广至除式是任意正整数次的情形。这里简述如下:

不失一般性,我们先考虑被除式为 $f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \cdots + a_1 x + a_0$, 除式为 $g(x) = b_m x^m - b_{m-1} x^{m-1} - \cdots - b_1 x - b_0$ 的情况,其中 $a_i (i = 1, 2, \cdots, n)$ 和 $b_j (j = 1, 2, \cdots, m)$ 为任意实数(或复数), $a_n \neq 0, b_m \neq 0$, 且 $m \leq n$. 为方便叙述,首先令 $b_m = 1$.

当 $n - m \geq m$, 即 $m \leq \frac{n}{2}$ 时, 我们可列以下的“系数综合式”:



由该系数综合式,我们可获得商式 $q(x) = q_{n-m} x^{n-m} + q_{n-m-1} x^{n-m-1} + \cdots + q_1 x + q_0$ 和余式 $r(x) = r_{m-1} x^{m-1} + r_{m-2} x^{m-2} + \cdots + r_1 x + r_0$ 的系数,即为

$$q_{n-m-i} = \begin{cases} a_n, & i = 0, \\ a_{n-i} + \sum_{j=1}^i q_{n-m-i+j} b_{m-j}, & i = 1, 2, \cdots, m, \\ a_{n-i} + \sum_{j=1}^m q_{n-m-i+j} b_{m-j}, & i = m+1, m+2, \cdots, n-m; \end{cases}$$

和

$$r_{m-k} = a_{m-k} + \sum_{i=0}^{m-k} q_i b_{m-k-i}, \quad k = 1, 2, \cdots, m.$$



当 $n-m < m$, 即 $m > \frac{n}{2}$ 时, 相应的“系数综合式”稍复杂些。类似地, 我们可得 $q(x)$ 和 $r(x)$ 的系数为

$$q_{n-m-i} = \begin{cases} a_n, & i = 0, \\ a_{n-i} + \sum_{j=1}^i q_{n-m-i+j} b_{m-j}, & i = 1, 2, \dots, n-m; \end{cases}$$

和

$$r_{m-k} = \begin{cases} a_{m-k} + \sum_{i=0}^{n-m} q_i b_{m-k-i}, & k = 1, 2, \dots, 2m-n, \\ a_{m-k} + \sum_{i=0}^{m-k} q_i b_{m-k-i}, & k = 2m-n+1, 2m-n+2, \dots, m. \end{cases}$$

对于除式为更一般的情形, 即 $g(x) = b_m x^m + b_{m-1} x^{m-1} + \dots + b_1 x + b_0$, $b_m \neq 0$ 且 $b_m \neq 1$, 我们不难把它化归为上述的情况加以处理。

由此, 我们可得到以下的关于多项式除法的一个一般定理。

定理 对任意的两个多项式, $f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$ 和 $g(x) = b_m x^m + b_{m-1} x^{m-1} + \dots + b_1 x + b_0$, 其中 $a_n \neq 0$, $b_m \neq 0$, 且 $m \leq n$, 则存在唯一的多项式 $q(x) = q_{n-m} x^{n-m} + q_{n-m-1} x^{n-m-1} + \dots + q_1 x + q_0$ 和 $r(x) = r_{m-1} x^{m-1} + r_{m-2} x^{m-2} + \dots + r_1 x + r_0$, 使得

$$f(x) = q(x)g(x) + r(x),$$

其中 $q(x)$ 和 $r(x)$ 的系数可由下列方法获得:

(a) 当 $n-m \geq m$, 即 $m \leq \frac{n}{2}$ 时,

$$q_{n-m-i} = \begin{cases} \frac{a_n}{b_m}, & i = 0, \\ \frac{a_{n-i}}{b_m} - \sum_{j=1}^i q_{n-m-i+j} \frac{b_{m-j}}{b_m}, & i = 1, 2, \dots, m, \\ \frac{a_{n-i}}{b_m} - \sum_{j=1}^m q_{n-m-i+j} \frac{b_{m-j}}{b_m}, & i = m+1, m+2, \dots, n-m; \end{cases}$$

且

$$r_{m-k} = a_{m-k} - \sum_{i=0}^{m-k} q_i b_{m-k-i}, \quad k = 1, 2, \dots, m.$$



(b) 当 $n - m < m$, 即 $m > \frac{n}{2}$ 时,

$$q_{n-m-i} = \begin{cases} \frac{a_n}{b_m}, & i = 0, \\ \frac{a_{n-i}}{b_m} - \sum_{j=1}^i q_{n-m-i+j} \frac{b_{m-j}}{b_m}, & i = 1, 2, \dots, n-m; \end{cases}$$

且

$$r_{m-k} = \begin{cases} a_{m-k} - \sum_{i=0}^{n-m} q_i b_{m-k-i}, & k = 1, 2, \dots, 2m-n, \\ a_{m-k} - \sum_{i=0}^{m-k} q_i b_{m-k-i}, & k = 2m-n+1, 2m-n+2, \dots, m. \end{cases}$$

显然,可用具体实例验证上述定理给出的关于多项式除法的算法的正确性,例如:设 $f(x) = x^6 - 2x^5 + 3x^3 - 5x^2 + x + 2$ 和 $g(x) = x^3 - 2x^2 + x - 1$, 应用上述定理可得, $q(x) = x^3 - x + 2$ 和 $r(x) = -2x + 4$ 。运用多项式相乘,易证 $q(x)g(x) + r(x) = f(x)$ 。

关于上述方法和定理的更详细说明及数学推理,可见范良火:《综合除法的推广和多项式除法的一个一般定理》(英文),将发表于新加坡数学会刊物《数学综述》(*Mathematical Medley*)第30卷第1期([5])。上述定理有较广泛的应用,其中在计算方法方面的有关应用,可见范良火:《多项式除法的一个新算法》(英文),发表于在新加坡举行的2002年国际科学和工程计算会议(IC-SEC 2002)及其由英国伦敦大学帝国学院出版社出版的会议论文集《计算科学和工程学最新进展》([6])上。

参考文献

1. 张禾端,郝炳新. 高等代数,第4版. 北京:高等教育出版社,2002
2. 北京市海淀区教师进修学校主编. 中学教学实用全书:数学卷. 重庆:重庆出版社,1994
3. Larson R E, Hostetler R P, Edwards B H. *Algebra and Trigonometry: A Graphing Approach*. 2nd ed. Boston: Houghton Mifflin Co, 1997
4. Lial M L, Hornsby J. *Algebra for College Students*. 4th ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 2000
5. Fan L. A generalization of synthetic division and a general theorem of division of



- polynomials. *Mathematical Medley*, 2003, 30(1), to appear
6. Fan L. A new algorithm for division of polynomials. In: Lee H P & Kumar K. eds. *Recent Advances in Computational Science and Engineering: Proceedings of the International Conference on Scientific and Engineering Computation*. London: Imperial College Press, 2002, 717~721



参 考 文 献*

- Adelman N E, Haslam M B, Pringle B A. 1996. *The Uses of Time for Teaching and Learning*. Washington, DC: U. S. Department of Education
- Agresti A. 1990. *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley
- Agresti A. 1996. *An Introduction to Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley
- Aichele D B ed. 1994. *Professional Development for Teachers of Mathematics* (NCTM Yearbook). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics
- Alexander P A, Schallert D L, Hare V C. 1991. How researchers in learning and literacy talk about knowledge. *Review of Educational Research*, 61: 315~343
- Ayer A J. 1956. *The Problem of Knowledge*. London: Macmillan
- Ball D L. 1989. *Breaking with Experience in Learning to Teach Mathematics: The Role of a Preservice Methods Course*. East Lansing, MI: National Center for Research on Teaching Education
- Ball D L. 1990a. Teaching mathematics for understanding: What do teachers need to know about subject matter knowledge. In: Kennedy M M ed., *Teaching Academic Subjects to Diverse Learners*. New York: Teachers College Press, 63~83
- Ball D L. 1990b. Prospective elementary and secondary teachers' understanding of division. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(2): 132~144
- Ball D L. 1991. Research on teaching mathematics: Making subject matter part

* 考虑到读者查阅英文原始文献的可能和需要,本书的中文版保留了原有的英文参考文献不变,而仅将极少的原为中文的参考文献给出了中文出处。——中文版注。



- of the equation. In: Brophy J ed. *Advances in Research on Teaching* (vol. 2): *Teachers' Knowledge of Subject Matter as It Relates to their Teaching Practices*. Greenwich, CT: JAI Press, 1~48
- Barnard H C, Lauwerys J A. 1963. *A Handbook of British Educational Terms*. London: George G. Harrap & Co. Ltd
- Baturo A, Nason R. 1996. Student teachers' subject knowledge within the domain of area measurement. *Educational Studies in Mathematics*, 31: 235~268
- Begle E G. 1972. *Teacher Knowledge and Student Achievement in Algebra*. SMSG Reports, No. 9. Stanford: School Mathematics Study Group
- Begle E G. 1979. *Critical Variables in Mathematics Education: Finding from a Survey of the Empirical Literature*. Washington, DC: Mathematical Association of America
- Beijaard D, Verloop N. 1996. Assessing teachers' practical knowledge. *Studies in Educational Evaluation*, 22(3): 275~286
- Berdie D R, Anderson J F, Niebuhr M A. 1986. *Questionnaires: Design and Use*. Metuchen, NJ: Scarecrow Press
- Bidwell C E, Kasarda J D. 1975. School district organization and students achievement. *American Sociological Review*, 40: 55~70
- Bolte L A. 1993. *Preservice Teachers' Content Knowledge of Functions: Status, Organization, and Envisioned Application*. Doctoral dissertation, University of Missouri-Columbia
- Book C, Byers J, Freeman D. 1983. Student expectations and teacher education traditions with which we can and cannot live. *Journal of Teacher Education*, 36(1): 9~13
- Borg W R, Gall J P, Gall M D. 1993. *Applying Educational Research: A Practical Guide*. New York: Longman
- Borich G D. 1992. *Effective Teaching Methods*. New York: Macmillan
- Brickhouse N W. 1990. Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3): 53~62
- Britzman D P. 1991. *Practice Makes Practice: A Critical Study of Learning*



- to Teach. Albany, NY: State University of New York Press
- Bromme R. 1994. Beyond subject matter; A psychological topology of teachers' professional knowledge. In: Biehler R, Scholz R, Strasser R, Winkelmann B eds. *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic, 73~88
- Brown C A, Borko H. 1992. Becoming a mathematics teacher. In: Grouws D A ed. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company, 209~242
- Brown R. 1997. *Advanced Mathematics: Precalculus with Discrete Mathematics and Data Analysis*. Evanston, IL: McDougal Little Inc
- Buchmann M. 1987. Teaching knowledge: the lights that teachers live by. *Oxford Review of Education*, 13: 151~164
- Campbell D T. 1988. Evolutionary epistemology. In: Campbell D T. *Methodology and Epistemology for Social Science: Selected Papers* (edited by E S Overman). Chicago: University of Chicago Press, 393~434
- Carlsen W S. 1988. *The Effects of Teacher Subject-matter Knowledge on Teacher Questioning*. Doctoral dissertation. Stanford University
- Carpenter T P, Fennema E, Peterson P L, Carey D A. 1988. Teachers' pedagogical content knowledge of students' problem solving in elementary arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(5): 385~401
- Carpenter T P, Fennema E, Franke M L. 1997. Cognitive guided instruction: A knowledge base for reform in primary mathematics instruction. *The Elementary School Journal*, 97(1): 3~20
- Carter K. 1990. Teachers' knowledge and learning to teach. In: Houston W R, Haberman M, Sikula J eds. *Handbook of Research on Teacher Education*. New York: Macmillan Publishing Company, 291~310
- Chisholm R M. 1966. *Theory of Knowledge*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Christensen R. 1997. *Log-linear models and logistic regression*. New York: Springer
- Clandinin D J, Connelly F M. 1987. Teachers personal knowledge: what counts as 'personal' in studies of the personal. *Journal of Curriculum Studies*,



- 19: 487~500
- Clandinin D J, Davies A, Hogan P, Kennard B. 1993. *Learning to Teach, Teaching to Learn*. New York: Teachers College Press
- Clandinin D J, Connelly F M. 1995. *Teachers' Professional Knowledge Landscapes*. New York: Teachers College Press
- Cochran K F, DeRuiter J A, King R A. 1993. Pedagogical content knowledge: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4): 263~272
- Cochran-Smith M, Lytle S L. 1993. *Inside/Outside: Teacher Research and Knowledge*. New York: Teachers College Press
- Colton A B, Spark-Langer G M. 1993. A conceptual framework to guide the development of teacher reflection and decision-making. *Journal of Teacher Education*, 44(1): 45~54
- Connelly F M, Clandinin D J. 1988. *Teachers as Curriculum Planners*. New York: Teachers College Press
- Connelly F M, Clandinin D J, He M. 1996. Teachers' personal practical knowledge on the professional knowledge landscape. *Journal of East China Normal University Educational Science*, 52(2): 5~16 (English translation version)
- Cooney T J. 1994. Research and teacher education: In search of common ground. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6): 608~636
- Copeland W D, Doyle W. 1973. Laboratory skill training and student teacher classroom performance. *Journal of Experimental Education*, 42: 16
- Corrie L. 1997. The interaction between teachers' knowledge and skills when managing a troublesome classroom behavior. *Cambridge Journal of Education*, 27: 97~105
- Dewey J, Bentley A F. 1949. *Knowing and the Known*. Boston: The Bacon Press
- Donmoyer R, Imber M, Scheurich J J eds. 1995. *The Knowledge Base in Educational Administration*. Albany, NY: State University of New York Press



- Doren C V. 1991. *A History of Knowledge: Past, Present, and Future*. New York: Birch Lane Press
- Dreeben R. 1996. The occupation of teaching and education reform. In: Wong K ed. *Advances in Educational Policy (Vol. 2): Rethinking School Reform in Chicago*. Greenwich, CT: JAI Press, 93~124
- Ebert C L. 1994. *An Assessment of Prospective Secondary Teachers' Pedagogical Content Knowledge about Functions and Graphs*. Doctoral dissertation, University of Delaware. Dissertation Abstracts Online Accession No: AAI9540518
- Eisenberg T A. 1977. Begle revisited: Teacher knowledge and student achievement in algebra. *Journal for Research in Mathematics Education*, 8(3): 216~222
- Eisenhart M, Borko H, Underhill R, Brown C, Jones D, Agard P. 1993. Conceptual knowledge falls through the cracks: Complexities of learning to teach mathematics for understanding. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(1): 8~40
- Eisner E W. 1997. The promise and perils of alternative forms of data representation. *Educational Researcher*, 26(6): 4~10
- Elbaz F. 1981. The teacher's "practical knowledge": Report of a case study. *Curriculum Inquiry*, 11(1): 43~72
- Elbaz F. 1983. *Teacher Thinking: A Study of Practical Knowledge*. London: Croom Helm
- Engelhart M D. 1972. *Methods of Educational Research*. Chicago: Rand McNally & Company
- Eraut M. 1994. *Developing Professional Knowledge and Competence*. London: The Falmer press
- Even R D. 1989. *Prospective Secondary Mathematics Teachers' Knowledge and Understanding about Mathematics Functions*. Doctoral dissertation, Michigan State University. Dissertation Abstracts Online Accession No: AAG8916476
- Even R. 1993. Subject-matter knowledge and pedagogical content knowledge: Prospective secondary teachers and the function concept. *Journal for*



- Research in Mathematics Education*, 24(2): 94~116
- Even R, Tirosh D. 1995. Subject-matter knowledge and knowledge about students as sources of teacher presentations of the subject-matter. *Educational Studies in Mathematics*, 29: 1~20
- Everitt B S. 1992. *The Analysis of Contingency Tables*. London: Chapman & Hall
- Fan L. 1995. A review of the recent development of mathematics education in the United States: The NCTM 73rd annual meeting. *Mathematics Teaching* (Shanghai, China), (5): 1~3; (6): 4~6 (范良火. 美国数学教育发展现状述评——从 NCTM 第 73 届年会谈起. 数学教学, 1995(5): 1~3; (6): 4~6——中文版注)
- Fan L, Kaeley G S. 1998. Textbooks use and teaching strategies: An empirical study. Paper presented at the American Educational Research Association Annual Meeting, San Diego
- Fang Z. 1996. A review of research on teacher beliefs and practices. *Educational Research*, 38: 47~65
- Feiman-Nemser S, Parker M B. 1990. Making subject matter part of the conversation in learning to teaching. *Journal of Teacher Education*, 41(3): 32~43
- Fennema E, Franke M L. 1992. Teachers' knowledge and its impact. In: Grouws D A ed. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company, 147~164
- Fenstermacher G D. 1994. The knower and the known: The nature of knowledge in research on teaching. In: Darling-Hammond L ed. *Review of Research in Education*. Washington DC: American Educational Research Association, 3~56
- Fink A. 1995. *How to Ask Questions*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications
- Foerster P A. 1998. *Calculus: Concepts and Applications*. Berkeley, CA: Key Curriculum Press
- Foss D H, Kleinsasser R C. 1996. Preservice elementary teachers' views of pedagogical and mathematics content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 12(4): 429~442



- Garoutte M W. 1980. *Effects of In-service Training upon the Pedagogical Knowledge of Inner City Teachers*. Doctoral dissertation, University of Missouri-Columbia. Dissertation Abstracts Online Accession No: AAG8117429
- Gilbert W, Hirst L, Clary E. 1987. The NCA Workshop's taxonomy of professional knowledge. In: Jones D W ed. *Professional Knowledge Base: NCATE Approval*. Fortieth Annual Report of the North Central Association Teacher Education Workshop. Flagstaff, AZ: University of North Arizona, 38~57
- Good C V ed. 1945. *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill
- Good T L, Brophy J E. 1994. *Looking in Classrooms*. New York: HarperCollins
- Graeber A, Tirosch D, Glover R. 1989. Preservice teachers' misconceptions in solving verbal problems in multiplication and division. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20: 95~102
- Graybeal S S. 1988. *A Study of Instructional Suggestions in Fifth-grade Mathematics and Social Studies Teacher's Guides and Textbooks*. Doctoral dissertation, University of Chicago
- Green T F. 1971. *The Activities of Teaching*. New York: McGraw-Hill
- Greene M. 1994. Epistemology and education research: The influence of recent approaches to knowledge. In: Darling-Hammond L ed. *Review of Research in Education*. Washington, DC: American Educational Research Association, 423~464
- Griffin G A. 1983. Implications of research for staff development programs. *The Elementary School Journal*, 83(4): 414~425
- Griffin L. 1996. Pedagogical content knowledge for teachers; Integrate everything you know to help students learn. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 67: 58~61
- Grimmett P P, Mackinnon A M. 1992. Craft knowledge and the education of teachers. In: Grant G ed. *Review of Research in Education*, 18: 385~453
- Grossman P L. 1988. *A Study in Contrast: Sources of Pedagogical Content Knowledge for Secondary English*. Doctoral dissertation, Stanford



- University. Dissertation Abstracts Online Accession No: AAG8826145
- Grossman P L. 1991. *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. New York: Teachers College Press
- Grossman P L. 1994. Teachers' knowledge. In: Husén T, Postlethwaite T N eds. *International Encyclopedia of Education*. Oxford: Elsevier Science Ltd, 6117~6122
- Grossman P L, Wilson S M, Shulman L S. 1989. Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. In: Reynolds M C ed. *Knowledge base for the beginning teacher*. Oxford: Pergamon Press, 23~36
- Gudmundsdottir S. 1990. Values in pedagogical knowledge. *Journal of Teacher Education*, 41(3): 44~52
- Heid M K. 1997. The technological revolution and the reform of school mathematics. *American Journal of Education*, 106(1): 5~61
- Hiebert J, Carpenter T P. 1992. Learning and teaching with understanding. In: Grouws D A ed. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company, 65~97
- Holmes Group. 1986. *Tomorrow's Teachers*. East Lansing, MI: The Holmes Group
- Holmes Group. 1990. *Tomorrow's Schools*. East Lansing, MI: The Holmes Group
- Holmes Group. 1995. *Tomorrow's Schools of Education*. East Lansing, MI: The Holmes Group
- Hood P D, Cates C S. 1978. *Alternative Approaches to Analyzing Educational Dissemination and Linkage Roles and Functions*. San Francisco, CA: Far West Laboratory for Educational Research and Development. (ERIC Document No: ED 166810)
- Houston W R, Haberman M, Sikula J eds. 1990. *Handbook of Research on Teacher Education*. New York: Macmillan Publishing Company
- Ishii-Kuntz M. 1994. *Ordinal Log-linear Models*. Thousands Oaks, CA: Sage
- Jackson P W. 1986. *The Practicing of Teaching*. New York: Teachers College Press



- Johnson D R. 1982. *Every Minute Counts: Making Your Math Class Work*. Palo Alto, CA: Dale Seymour Publications
- Johnson D R. 1986. *Making Minutes Count even more; A Sequel to Every Minute Counts*. Palo Alto, CA: Dale Seymour Publications
- Johnson M. 1989. Embodied knowledge. *Curriculum Inquiry*, 19: 361~377
- Johnston S. 1992. Images: A way of understanding the practical knowledge of student teachers. *Teaching and Teacher Education*, 8: 123~136
- Jones M. 1997. Trained and untrained secondary school teachers in Barbados: is there a difference in classroom performance? *Educational Research*, 39(2): 175~181
- Jones M G, Vesilind E M. 1996. Putting practice into theory: Changes in the organization of preservice teachers' pedagogical knowledge. *American Educational Research Journal*, 33(1): 91~117
- Kaput J J. 1992. Technology and mathematics education. In: Grouws D A ed. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company, 515~556
- Knapp J L, McNergney R F, Herbert J M, York H L. 1990. Should a Master's degree be required by all teachers? *Journal of Teacher Education*, 41(2): 27~37
- Krammer H P M. 1985. The textbooks as classroom context variable. *Teaching & Teacher Education*, 1: 273~278
- Labouff O. 1996. *Teachers' Conceptions of Understanding Mathematics: The Challenge of Implementing Math Reform*. Doctoral dissertation, University of California, Los Angeles. Dissertation Abstracts Online Accession No: AAI9620746
- Ladson-Billings G. 1995. Toward a theory of culturally relevant pedagogy. *American Educational Research Journal*, 32: 465~491
- Laird J. 1930. *Knowledge, Belief, and Opinion*. New York: The Century Co
- Langrall C W, Thornton C A, Jones G A, Malone J A. 1996. Enhanced pedagogical knowledge and reflective analysis in elementary mathematics education. *Journal of Teacher Education*, 47(4): 271~282
- Lanier J E, Little J W. 1986. Research on Teacher Education. In: Mittleck M



- ed. *Handbook of Research on Teaching*. New York: Macmillan, 527~569
- Lappan G, Theule-Lubienski S. 1994. Training teachers or educating professionals? What are the issues and how are they being resolved? In: Robitaille D F, Wheeler D H, Kieran C eds. *Selected Lectures from the 7th International Congress on Mathematical Education*. Sainte-Foy, Quebec: Les Presses de L'Universite Laval, 249~261
- Larson R E, Hostetler R P, Edwards B H. 1994. *Calculus with Analytic Geometry*. Lexington, MA: Heath
- Larson R E, Kanold T D, Stiff L. 1995. *Algebra 1: An Integrated Approach*. Lexington, MA: Heath
- Larson R E, Kanold T D, Stiff L. 1995. *Algebra 2: An Integrated Approach*. Lexington, MA: Heath
- Lawton D, Gordon P. 1993. *Dictionary of Education*. Kent, U. K. : Hodder & Stoughton
- Lee B S. 1992. *An Investigation of Prospective Secondary Mathematics Teachers' Understanding of the Mathematical Limit Concept*. Doctoral dissertation, Michigan State University. Dissertation Abstracts Online No: AAG9233906
- Leinhardt G. 1990. Capturing craft knowledge in teaching. *Educational Researcher*, 19(2): 18~25
- Leinhardt G, Smith D A. 1985. Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77: 247~271
- Long J S. 1997. *Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Lortie D C. 1975. *Schoolteacher: A Sociological Study*. Chicago: University of Chicago Press
- Love J M. 1985. Knowledge transfer and utilization in education. *Review of Research in Education*, 12: 337~386
- Machlup F. 1980. *Knowledge: Its Creation, Distribution, and Economic Significance (Vol. 1): Knowledge and Knowledge Production*.



Princeton, NJ: Princeton University Press

- Mao T. 1971. Where do correct ideas come from? In: *Selected Readings from the Works of Mao Tsetung*. Peking: Foreign Languages Press, 502~504(毛泽东:人的正确思想是从哪里来的?见:毛泽东选集(英文版).北京:外文出版社,1971,502~504——中文版注)
- Marks R. 1990. Pedagogical content knowledge: From a mathematics case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3): 3~11
- McConnell J W, Brown S, Usiskin Z, Senk S L, Widerski T, Anderson S, Eddins S, Feldman C H, Flanders J, Hackworth M, Hirschhorn D, Polonsky L, Sachs L, and Woodward E. 1996. *UCSMP Algebra*. Glenview, IL: ScottForesman
- McDiarmid G W. 1988. The liberal arts: Will more result in better subject matter understanding? *Theory into Practice*, 29(1): 21~29
- McDiarmid G W. 1990. Challenging prospective teacher's beliefs during early field experience: A quixotic undertaking? *Journal of Teacher Education*, 41(3): 11~20
- McGehee J J. 1990. *Prospective Secondary Teachers' Knowledge of the Function Concept*. Doctoral dissertation, University of Texas at Austin. Dissertation Abstracts Online Accession No: AAG9116926
- McKersie W. 1996. Reform Chicago's public schools: Philanthropic persistence, 1987~1993. In: Wong K ed. *Advances in Educational Policy (Vol. 2): Rethinking School Reform in Chicago*. Greenwich, CT: JAI Press, 141~158
- McLymont E F, da Costa J L. 1998. Cognitive coaching: The vehicle for professional development and teacher collaboration. Paper presented at the American Educational Research Association Annual Meeting, San Diego
- Meredith A. 1993. Knowledge for teaching mathematics: Some student teachers' views. *Journal of Education for Teaching*, 19(3): 323~338
- Monroe P ed. 1913. *A Cyclopedia of Education (Vol. 4)*. New York: Macmillan
- Moore D S, McCabe G P. 1993. *Introduction to the Practice of Statistics*.



- New York: W. H. Freeman & Company
- Mullens J E, Murnane R J, Willett J B. 1996. The contribution of training and subject matter knowledge to teaching effectiveness: A multilevel analysis of longitudinal evidence from Belize. *Comparative Education Review*, 40(2): 139~157
- Myers C B, Myers L K. 1995. *The Professional Educator: A New Introduction to Teaching and Schools*. Belmont, CA: Wadsworth
- National Center for Education Statistics. 1994. *Characteristics of Stayers, Movers, and Leavers: Results from the Teacher Followup Survey*. NCES 94~337. Washington, DC: U. S. Department of Education
- National Center for Education Statistics. 1997. *Job Satisfaction among America's Teachers: Effects of Workplace Conditions, Background Characteristics, and Teacher Compensation*, NCES 97 ~ 471. Washington, DC: U. S. Department of Education
- National Commission on Excellence in Education. 1983. *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. Washington, DC: U. S. Governmental Printing Office
- National Commission on Teaching and America's Future. 1996. *What Matters Most: Teaching for America's Future*. New York: National Commission on Teaching and America's Future
- National Council of Teachers of Mathematics. 1989a. *Professional Standards for Teaching Mathematics* (draft version). Reston, VA: NCTM
- National Council of Teachers of Mathematics. 1989b. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM
- National Council of Teachers of Mathematics. 1991. *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: NCTM
- Neagoy M M M. 1995. *Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Recursion*. Doctoral dissertation, University of Maryland (College Park). Dissertation Abstracts Online Accession No: AAI9622118
- Orton R E. 1993. Two problems with teacher knowledge. In: Thompson A ed. *Philosophy of Education: Proceedings of Philosophy of Education Society 49th Annual Meeting*. Urbana, IL: Philosophy of Education



Society

- Pears D. 1971. *What is Knowledge?* New York: Harper & Row
- Peers I S. 1996. *Statistical Analysis for Education and Psychology Researchers*. London: The Falmer Press
- Peressini A L, Epp S S, Hollowell K A, Brown S, Ellis W, McConnell J W, Sorteberg J, Thompson D R, Aksoy D, Birky G D, McRill G, Usiskin Z. 1992. *UCSMP Precalculus and Discrete Mathematics*. Glenview, IL: ScottForesman
- Polanyi M. 1966. *The Tacit Dimension*. Garden City, NY: Doubleday & Company, Inc
- Polanyi M. 1969. *Knowing and Being* (Edited by M. Greene). Chicago: University of Chicago Press
- Post T R, Harel G H, Behr M J, Lesh R. 1991. Intermediate teachers' knowledge of rational number concepts. In: Fennema E, Carpenter T P, Lamon S J eds. *Integrating Research on Teaching and Learning Mathematics*. Albany, NY: State University of New York Press, 177~198
- Potter V G. 1987. *Philosophy of Knowledge*. New York: Fordham University Press
- Price J. 1996(April). We've come far, but we still have far to go. *NCTM News Bulletin*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics
- Prichard H A. 1950. *Knowledge and Perception: Essays and Lectures*. Oxford, England: Oxford University Press
- Quinton A. 1967. Knowledge and belief. In: Edwards P ed. *The Encyclopedia of Philosophy* (Vol. 4). New York: Macmillan, 345~352
- Reynolds M C ed. 1989. *Knowledge Base for Beginning Teacher*. Oxford, England: Pergamon Press
- Rhoad R, Milauskas G, Whipple R. 1991. *Geometry: For Enjoyment and Challenge* (New edition). Evanston, IL: McDougal, Littell & Company
- Robitaille D F, Travers K J. 1992. International studies of achievement in mathematics. In: Grouws D A ed. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company, 687~709



- Rowntree D. 1981. *A Dictionary of Education*. London: Harper & Row
- Rubenstein R N, Schultz J E, Senk S L, Hackworth M, McConnell J W, Viktora S, Aksoy D, Flanders J, Kissane B, and Usiskin Z. 1992. *Functions, Statistics, and Trigonometry*. Glenview, IL: ScottForsman
- Rubin L. 1989. The thinking teacher: Cultivating pedagogical intelligence. *Journal of Teacher Education*, 40: 31~34
- Russell B. 1948. *Human Knowledge: Its Scope and Limits*. London: George Allen & Unwin Ltd
- Russell B. 1959. *The Problems of Philosophy*. London: Oxford University Press (First published in 1912)
- Russell B. 1992. *Theory of Knowledge: The 1913 Manuscript* (Edited by E. R. Eames). London: Routledge
- Russell T, Munby H. 1991. Reframing: The role of experiencing in developing teachers' professional knowledge. In: Schön D A ed. *The Reflective Turn: Case Studies in and on Educational Practice*. New York: Teachers College Press
- Ryle G. 1949. *The Concept of Mind*. London: Hutchinson (Reprinted by the University of Chicago Press, 1984)
- Scholz J M. 1995. Professional development for mid-level mathematics. Paper presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association, San Francisco, CA
- Schön D A. 1983. *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books
- Schön D A. 1991. *The Reflective Turn: Case Studies in and on Educational Practice*. New York: Teachers College Press
- Schwab J J. 1964. The Structure of disciplines: Meanings and significance. In: For G W, Pugno L eds. *The Structure of Knowledge and the Curriculum*. Chicago: Rand McNalley
- Schwab J J. 1968. The concept of the structure of a discipline. In: Hebert L J, Murphy W eds. *Structure in the Social Studies*. Washington, DC: National Council for the Social Studies, 43~56
- Senk S L, Thompson D R, Viktora S S, Usiskin Z, Ahbel N P, Levin S,



- Weinhold M L, Rubenstein R N, Jackowiak J H, Flanders J, Jakucyn N, Halvorson J, and Pillsbury G. 1996. *UCSMP Advanced Algebra*. Glenview, IL: ScottForesman
- Shannon D M. 1994. The development of preservice teacher knowledge. *Professional Educator*, 17(1): 31~39
- Shope R. 1983. *The Analysis of Knowing: A Decade of Research*. Princeton, NJ: Princeton University Press
- Shulman L. 1986a. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2): 4~14
- Shulman L. 1986b. Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In: Mittleck M ed. *Handbook of Research on Teaching*. New York: Macmillan, 3~36
- Shulman L. 1987. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1): 1~22
- Simon B. 1981. Why no pedagogy in England? In: Simon B, Taylor W eds. *Education in the Eighties: The Central Issues*. London: Batsford Academic & Educational Ltd, 124~145
- Sobel M E. 1995. The analysis of contingency tables. In: Arminger G, Clogg C C, Sobel M E eds. *Handbook of Statistical Modeling for the Social and Behavioral Sciences*. New York: Plenum Press, 251~310
- Sosniak L A, Stodolsky S S. 1993. Teachers and textbooks: materials use in four fourth-grade classrooms. *The Elementary School Journal*, 93: 249~275
- Stevens C, Wenner G. 1996. Elementary preservice teachers' knowledge and beliefs regarding science and mathematics. *School Science and Mathematics*, 96(1): 2~9
- Stodolsky S S. 1989. Is teaching really by the textbook? In: Jackson P W, Haroutumian-Gordon S eds. *From Socrates to Software: The Teachers as Text and the Text as Teacher: Eighty-ninth Yearbook of the National Society for the Study of Education (Part I)*. Chicago: University of Chicago Press
- Talbert J E, McLaughlin M W, Rowan B. 1993. Understanding context effects



- on secondary school teaching. *Teachers College Record*, 95(1): 45~68
- Tate W F. 1994. Diversity, reform, and professional knowledge: The need for multicultural clarity. In: Aichele D B ed. *Professional Development for Teachers of Mathematics* (NCTM Yearbook, 1994). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 55~66
- Thompson A G. 1984. The relationship of teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practices. *Educational Studies in Mathematics*, 15(2): 105~127
- Tirosh D, Graeber A O. 1990. Evoking cognitive conflict to explore preservice teachers' thinking about division. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(2): 98~108
- Turner R L. 1990. An issue for the 1990s: The efficacy of the required Master's degree. *Journal of Teacher Education*, 41(2): 38~44
- Turner R L, Camilli G, Kroc R, Hoover J. 1986. Policy strategies, teacher salary incentive, and student achievement: An exploratory model. *Educational Researcher*, 15 (Mar. , 1986): 5~11
- Waddington T S H. 1995. *Understanding as Connected Knowledge*. Doctoral Dissertation, University of Chicago
- Wideen M F, Mayer-Smith J A, Moon B J. 1996. Knowledge, teacher development and change. In: Goodson I F, Hargreaves A eds. *Teachers Professional Lives*. London: Falmer Press
- Wilson J C. 1926. *Statement and Inference* (Vol. 1). Oxford, England: Oxford University Press
- Wilson M R. 1992. *A Study of three Preservice Secondary Mathematics Teachers' Knowledge and Beliefs about Mathematical Functions*. Doctoral dissertation, University of Georgia. Dissertation Abstracts Online Accession No: AAG9224753
- Wolf A. 1921. Knowledge. In: Watson F ed. *The Encyclopedia and Dictionary of Education* (Vol. 2). London: Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd, 937~938
- Wong K, Dreeben R, Lynn L E, Sunderman G L. 1997. *Integrated Governance as a Reform Strategy in the Chicago Public Schools*. Department of



Education, & Irving B. Harris Graduate School of Public Policy Studies,
University of Chicago

Zeichner K M, Tabachnick B R. 1981. Are the effects of university teacher education
'washed out' by school experience? *Journal of Teacher Education*, 32
(3): 7~11

Znaniecki F. 1965. *The Social Role of the Man of Knowledge*. New York:
Octagon Books, Inc



中英文译名对照和索引*

- Agard, P. 阿加德 25
- Alexander, P. A. 亚历山大 11, 12
- American Educational Research Association 美国教育研究协会 2, 15
- Aristotle 亚里士多德 7
- Ayer, A. J. 艾尔 34
- Ball, D. L. 鲍尔 23, 28
- Baturro, A. 巴图罗 24
- Begle, E. G. 贝戈尔 19~22
- Behr, M. J. 贝尔 23
- Bentley, A. F. 本特利 7
- Book, C. 布克 27
- Borich, G. D. 博里奇 155
- Borko, C. 博科 25
- Britzman, D. P. 布里兹曼 50
- Bromme, R. 布罗姆 17
- Brophy, J. E. 布罗菲 155
- Brown, C. A. 布朗 25
- Buchmann, M. 布克曼 39
- Byers, J. 拜尔斯 27
- Carey, D. A. 凯里 23
- Carpenter, T. P. 卡彭特 23, 102
- Cates, C. S. 凯茨 12
- Clandinin, D. J. 克兰亭宁 6, 50
- Clary, E. 克拉里 16
- Cochran, K. F. 科克伦 16, 115
- Colton, A. B. 科尔顿 116
- Connelly, F. M. 康纳利 6, 50
- Cooney, T. J. 库尼 3
- DeRuiter, J. A. 德路透 16
- Descartes 笛卡儿 7
- Dewey 杜威 7, 35
- Doren, C. V. 多琳 10
- Dreeben, R. 德里本 213
- Einstein, A. 爱因斯坦 38
- Eisenhart, M. 艾森哈特 25
- Elbaz, F. 埃尔伯兹 14
- Even, R. D. 埃文 24
- Feiman-Nemser, S. 费曼-内姆瑟 6, 30, 31
- Fennema, E. 芬尼玛 3, 17, 23
- Fenstermacher, G. D. 芬斯特马赫 9, 14
- Foerster, P. A. 福斯特 80, 121

* 这里给出的是本书正文部分的外国人或机构的中英文译名对照,不包括其中直接用英文原文出现名字。——中文版注。



Foss, D. H. 福斯 29, 30
 Franke, M. L. 弗兰克 3, 17
 Freeman, D. 弗里曼 27
 Garoutte, M. W. 加罗特 30, 31
 Gilbert, W. 吉尔伯特 16, 18, 40
 Good, T. L. 古德 155
 Griffin, G. A. 格里芬 33
 Grossman, P. L. 格罗斯曼 16, 27, 46, 115
 Hare, V. C. 黑尔 11
 Harel, G. H. 哈雷尔 23
 Herbert, J. M. 赫伯特 22
 Hiebert, J. 希伯特 102
 Hirst, L. 赫斯特 16
 Holmes Group 霍姆斯小组 1
 Hood, P. D. 胡德 12
 Illinois Council of Teachers of Mathematics (ICTM) 伊利诺伊数学教师协会 98
 Johnson, David R. 戴维·R·约翰逊 165
 Johnson, M. 约翰逊 10
 Jones, D. 琼斯 25
 Jones, G. A. 琼斯 30
 Jones, M. 琼斯 31
 Jones, M. G. 琼斯 28
 Kant 康德 7
 King, R. A. 金 16
 Kleinsasser, R. C. 克莱因萨瑟 29, 30
 Knapp, J. J. 纳普 22
 Labouff, O. 拉布夫 25

Ladson-Billings, G. 拉迪森-比林斯 18
 Laird, J. 莱尔德 35
 Langrall, C. W. 兰拉尔 30
 Lanier, J. E. 拉尼尔 31
 Lappan, G. 拉潘 17, 28
 Lee, B. S. 李 23
 Leibniz 莱布尼茨 38
 Leinhardt, G. 莱因哈特 17, 19, 22
 Lesh, R. 莱什 23
 Little, J. W. 利特尔 31
 Lortie, D. C. 洛德 26, 27, 47
 Malone, J. A. 马隆 30
 Mayer-Smith, J. A. 迈耶-史密斯 12
 McDiarmid, G. W. 麦克迪尔米德 27, 28
 McNergney, R. F. 麦克纳尼 22
 Metropolitan Mathematics Club of Chicago 芝加哥大都市数学俱乐部 110
 Milauskas, G. 米劳斯凯斯 78
 Monroe, P. 门罗 14
 Moon, B. J. 穆恩 12
 Mullens, J. E. 马伦斯 20
 Murnane, R. J. 穆兰恩 20
 Myers, L. K. 迈尔斯 155
 Myers, C. B. 迈尔斯 155
 Nason, R. 内森 24
 National Center for Educational Statistics 全国教育统计中心 213



- National Commission on Excellence in Education 全国优质教育委员会 1
- National Commission on Teaching and America's Future 教学和美国未来国家委员会 1
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) 全国数学教师协会 2, 83
- Newton 牛顿 38
- Orton, R. E. 奥顿 40
- Parker, M. B. 帕克 30, 31
- Pears, D. 皮尔斯 9
- Peterson, P. L. 彼得森 23
- Piaget, J. 皮亚杰 142
- Plato 柏拉图 7
- Polanyi, M. 波拉尼 11
- Post, T. R. 波斯特 23
- Price, J. 普赖斯 2
- Prichard, H. A. 普里查德 7
- Pythagoras 毕达哥拉斯 117, 118
- Rhoad, R. 罗德 78
- Russell, B. 罗素 7, 9, 34
- Ryle, G. 赖尔 10
- Schallert, D. L. 沙勒特 11
- Scholz, J. M. 肖尔茨 31
- Schön, D. A. 舍恩 30, 50
- Schwab, J. J. 施瓦布 16
- Shannon, D. M. 香农 29
- Skulman, L. 舒尔曼 2, 6, 15~18, 115, 116, 126, 135, 154
- Smith, D. A. 史密斯 17, 19, 22
- Spark-Langer, G. M. 斯巴克-兰格 116
- Stevens, C. 史蒂文斯 25
- Thales 泰勒斯 10
- Theule-Lubienski, S. 西勒-卢宾斯基 17, 28
- Thompson, A. G. 汤普森 2, 24
- Thornton, C. A. 桑顿 30
- Underhill, R. 安德希尔 25
- University of Chicago School Mathematics Project (UCSMP) 芝加哥大学学校数学设计组 70
- Vesilind, E. M. 维斯林德 28
- Waddington, T. S. H. 沃丁顿 36
- Wenner, G. 温纳 25
- Whipple, R. 惠普尔 78
- Wideen, M. F. 怀德恩 12
- Willett, J. B. 威利特 20
- Wilson, J. C. 威尔逊 7
- York, H. J. 约克 22
- Znaniecki, F. 兹南尼基 13



华东师大出版社部分图书

- | | | |
|--|------------|---------|
|  数学教育研究前沿 | 张奠宙、李士琦主编 | |
| <u>第1辑</u> | | |
| 数学基础知识、基本技能教学研究探索 | 田中等著 | 10.00 元 |
| 数学中的问题探究 | 张广祥著 | 10.00 元 |
| 数学新题型研究 | 沈翔著 | 10.00 元 |
| 孺慕乐仪:多元智能开发与评价的实验研究 | 张国祥等著 | 10.00 元 |
| 数学教育研究与写作析评 | 张国杰等著 | 10.00 元 |
| <u>第2辑</u> | | |
| 中学生数学学科自我监控能力 | 章建跃著 | 11.00 元 |
| 数学教学过程中的学生参与 | 孔企平著 | 11.00 元 |
| 中小学概率教与学 | 李俊著 | 11.00 元 |
| 数学差生问题研究 | 杜玉祥等著 | 11.00 元 |
| 学生算法概念建构中的认知结构研究 | 徐斌艳著 | 11.00 元 |
| <u>第3辑</u> | | |
| 范良火 | 教师教学知识发展研究 | 18.00 元 |
|  陈省身文集 | 张奠宙等编 | 58.00 元 |
|  20 世纪数学经纬 | 张奠宙著 | 34.00 元 |
|  中小学继续教育教材 | | |
| 数学教学理论选讲 | 唐瑞芬主编 | 11.00 元 |
| 数学教学设计(含 VCD) | 奚定华主编 | 18.00 元 |
| 数学教育比较与研究(修订本) | 陈昌平主编 | 19.00 元 |
| PME: 数学教育心理 | 李士琦著 | 15.00 元 |
| 数学教育个案学习 | 李士琦主编 | 7.00 元 |
| 小学数学课程标准比较研究 | 黄建弘编著 | 10.00 元 |
| 小学儿童如何学数学(含 VCD) | 孔企平 | 15.00 元 |
| 数学建模简明教程 | 袁震东 | 14.00 元 |
| 现代数学大观 | 赵小平主编 | 14.00 元 |

	几何画板在数学教学中的应用	忻重义等编	7.00 元
📖	数学教育展望	徐斌艳编著	29.80 元
📖	文科数学——数学思想和方法	蒋鲁敏等编	10.00 元
📖	文科高等数学基础(A)	乐茂华	28.00 元
📖	文科高等数学基础(B)	魏文展	18.00 元
📖	探究性课题设计——TI 图形计算器的应用	唐瑞芬等编	20.00 元
📖	全国初中毕业、升学考试评价报告(1999 年度)		20.00 元
📖	直观几何	沙雷金等	22.00 元
📖	新课程新题型		
	初中数学应用问题	戴再平主编	
	初中数学探索性问题	李道洲等编著	
	初中数学开放性问题	张远增等编著	
	高中数学应用问题	沈翔等编著	
	高中数学探索性问题	罗超等编著	
	高中数学开放性问题	沈翔主编	
📖	奥数教程	单增、熊斌等主编	
	(小学一年级~高中三年级, 共 12 册)		
📖	为了中华民族的复兴 为了每位学生的发展——《基础教育课程 改革纲要(试行)》解读	钟启泉等编	26.00 元
📖	当代心理学名著译丛		
	学习条件和教学论	加涅	29.00 元
	教学设计原理	加涅	29.00 元
	超越 IQ: 人类智力的三元理论	斯腾伯格	33.00 元
	认知过程的评估: 智力的 PASS 理论	戴斯	25.00 元
	心理学——一条整合的途径	艾森克	98.00 元
	实验心理学——掌握心理学的研究	坎特威茨等	62.00 元
	组织行为学	赫尔雷格尔等	85.00 元

以上图书各大新华书店有售(可向当地书店订购)。邮购者可与华东师大出版社读者服务部联系(地址: 200062, 上海中山北路 3663 号; 电话: 021-62869887), 邮挂费为书价的 10%。

图书在版编目(CIP)数据

教师教学知识发展研究/范良火著. —上海:华东师范大学出版社, 2003. 5

(数学教育研究前沿. 第3辑/张奠宙, 李士铸主编)

ISBN 7-5617-3220-1

I. 教... II. 范... III. 数学教学-教学研究-中小学 IV. G633.602

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 030978 号

数学教育研究前沿·第3辑

教师教学知识发展研究

著 者 / 范良火

组 稿 / 倪 明

特约编辑 / 陈信漪

封面设计 / 高 山

版式设计 / 蒋 克

出版发行 / 华东师范大学出版社

电话 021-62865537 传真 021-62860410

门市(邮购)电话 021-62869887

<http://www.ecnupress.com.cn>

社 址 / 上海市中山北路 3663 号

邮编 200062

印 刷 / 华东师范大学印刷厂

开 本 / 890 × 1240 32 开

印 张 / 9.25

插 页 / 4

字 数 / 247 千字

版 次 / 2003 年 5 月第一版

印 次 / 2003 年 5 月第一次

书 号 / ISBN 7-5617-3220-1 / G · 1681

定 价 / 18.00 元

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

数学教育研究前沿

张奠宙 李士绗 主编

第1辑

田中、徐龙炳、张奠宙 / 数学基础知识、基本技能教学研究探索

张广祥 / 数学中的问题探究

沈翔 / 数学新题型研究

张国祥、卢兰馨 / 瑞慕尔仪：多元智能开发与评价的实验研究

张匡杰、王光明 / 数学教育研究与写作析评

第2辑

章建跃 / 中学生数学学科自我监控能力

孔企平 / 数学教学过程中的学生参与

王俊 / 中小学概念的教与学

杜玉祥等 / 数学差生问题研究

徐斌艳 / 学生算法概念建构中的认知结构研究

第3辑

范良火 / 教师教学知识发展研究

ISBN 7-5617-3220-1



9 787561 732205 >

定价：18.00元