

知识与信念：基于学生表现的教师核心素养研究

郭 衍，曹一鸣

(北京师范大学 数学科学学院, 北京 100875)

摘要：改善教师质量是当前各国教育改革的焦点，发展教师核心素养已成为教师专业发展的必然要求。采用量化研究方法，从教师信念和教师教学知识的角度分析了教师核心素养对学生数学学业表现的影响，发现在学校层面，教师的教龄、学历、职称、师范专业比例、骨干教师比例、每天工作时间、教学知识、教师信念都对学生数学学业成就存在显著的促进作用；教师教学知识和教师信念、工作时间存在交互作用，即信念较高、敬业奉献的教师的教学知识对学生数学学习的帮助更大。

关键词：核心素养；数学学业成就；教师信念；教师教学知识；工作时间

中图分类号：G443 **文献标识码：**A **文章编号：**1004-9894(2021)04-0001-05

引用格式：郭衍，曹一鸣. 知识与信念：基于学生表现的教师核心素养研究[J]. 数学教育学报, 2021, 30(4): 1-5.

1 问题提出

国家繁荣、民族振兴、教育发展都需要有一支高素质专业化的教师队伍，需要一批有理想信念、有道德情操、有扎实学识、有仁爱之心的“四有”好老师。教师是学校教育中对学生学习产生影响的“直接作用力”，是教育理论和实践中值得关注的要素^[1-2]。在被誉为“发现了教学的圣杯”的《可见的学习》一书中，Hattie教授通过综合八百多项元分析发现^[3]，学校教育中教师是造成学生学习结果差异的最大来源。教师质量改善已成为中国乃至国际教育政策改革的焦点，《国家教育事业发展“十三五”规划》也对教师队伍建设提出了“提升教师能力素质”的明确要求，发展教师核心素养成为新时期教师专业发展的必然要求。事实上，早在20世纪初英国学者就开始进行“高效教师”的研究，探索优秀教师的关键因素，此类研究在西方学界逐渐发展成为对“教师效能”的描述和评价。这和探寻优秀教师的核心素养和能力的思路不谋而合，以图复制和推广优秀教师的成功经验，寻找教师专业发展的着力点，达到改善教师教学培养优秀人才的目。

回顾国际上对教师核心素养的探讨，从最初关注教师人口学和心理学要素，到后来实验研究兴起关注课堂教学，再到教师信念和教师教学知识的研究，关注点逐步由显性转向隐性、由表面深入内核。结合Campbell等人的总结^[4]，将教师效能的实证研究归结为3种范式：“先验—结果(presage-product)”“过程—结果(process-product model)”和“课堂行为之外(beyond classroom behavior)”，其中的20世纪三四十年代的“预期—结果”的研究强调教师的个性特征和人格特点；上世纪中叶兴起的“过程—结果”研究转向教师课堂教学行为，发现了很多对学生学习产生积极影响的教师行为；此后研究者逐渐将目光转向课堂之外，特别是开始探寻教师知识、信念对学生的影响。

1.1 学科教学知识

学科知识被广泛地认为是理论模型中重要的教师因素，

但在实证研究中却缺乏有力的证据支持，教师学科知识影响的效应都很小或统计意义上不显著。有研究者解释为教师学科知识与学生学业成就之间可能存在非线性关系^[5]，或教师的学科知识只会影响学生的某些基本技能，而后的教学效果影响很小^[6]。

除了学科知识之外，教师需要通过专业培训及相关教学实践经验以获得教学内容知识，包括了教学方法的知识、对所教内容的理解、对所教学生的了解等。教学知识影响教师的教师行为和教学效果，英国教师培训局(Teacher Training Agency)有研究表明，相较单纯的学科知识，教学内容知识对学生学业成就的影响更大，国内外都有大量的实证研究证明了该结论^[7]。

1.2 教师信念和期望

20世纪末以来，越来越多的教师效能研究开始关注教师信念。有研究者指出，教师关于教学和其教学内容的信念、态度往往比可以观察到的教师行为更加重要^[4]，教师的信念和教学实践存在交互影响，是一种动态的双向关系。关于教师信念的内涵其实学术界尚无定论，国内外研究者从不同的领域和角度进行了阐述^[8]：包括教师的工作信念，教师在教学中所表现的与其信念相一致的行为，教师在教学情境与工作经历中对教学工作、教师角色、课程、学生、学习等相关因素所持有且信以为真的观点。也有研究者将教学效能感和期望纳入教师信念的范畴^[9]。教师知识和教师信念已然成为国家发展、社会需求和学术研究共同关注的焦点。

1.3 教师因素的复杂关系

如何定义教师的核心素养，或如何评价高效教师，学术界仍有争议。为了回答这个问题，不同研究者通过对教师能力表现、教师信念意识等均提出了若干理论假设，并进行尝试性研究，但剥离了教师行为、能力、信念、意志的研究必然存在将复杂问题简单化、粗糙化的缺陷。在2004年，Korthagen提出了关于“好老师”的理论模型^[10]，和“四有好老师”的提法有异曲同工之妙，对教师素养的整体性做出强调。该模型认为，教师可被干预或提升的因素形成了一个

收稿日期：2021-04-22

基金项目：全国教育科学规划2018年度国家青年基金课题——教育神经科学视域下学生问题解决能力发展研究(CHA180266)；中央高校基本科研业务费专项资金

作者简介：郭衍(1988—)，男，江苏扬州人，副教授，博士，博士生导师，主要从事数学教育评价测量研究。

状如洋葱的框架,以一个整体和包括班级、学生、学校在内的外界环境产生相互作用。“洋葱模型”包含了教师个人的使命、定位、信念、能力、行为,逐层交织、彼此渗透,但又存在由内到外的层级关系(详见图1)。这种整体论的价值观提示了研究者不应拘泥于教师单一素养的探索,而应当尝试不同层级间的交互作用,探索教师因素内部,及其与外界环境(如学生表现)的复杂关系。

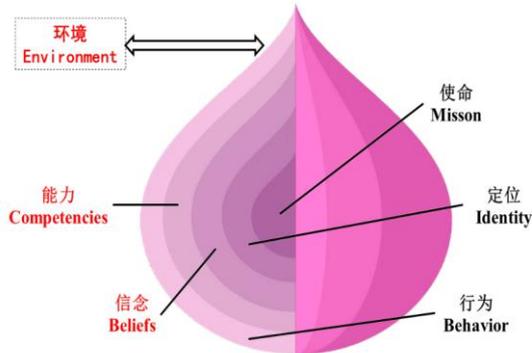


图1 教师核心素养的层级模型(洋葱模型)

教育的最终目的是实现学生的发展,那么对学生学习效果的影响自然成为考查教师核心素养的理想指标。结合此前的研究范式,研究将考虑多方面影响因素,采用量化研究的方法,在兼顾教师性别、年龄、教龄、学历(专业)、职称、工作时间等因素的同时,着重关注教师信念和数学教学知识对学生数学学习的影响。希冀借此实证研究为培养“大国良师”提供有迹可循的操作路径与客观依据,提升教师育人水平和学生学习效果,最终达成立德树人的根本任务。

2 研究方法

2.1 研究对象

研究对象来自中国Z省内随机抽取的446所中学,涵盖该省下辖11个地市90个区县。在各学校内部对8年级学生每校随机抽取60人,并将抽取到学生对应的数学教师纳入数据收集对象。经数据清理后,进入分析的有效学生样本为25029人,对应数学教师样本为2769人。学生样本中男女比例基本均衡(男:女=52.6:47.4),乡镇农村的学生比例最高(46.5%),县城学生其次(32.9%),城市学生比例最少(20.6%)。

2.2 测试工具

2.2.1 学生数学学业测试

学生数学学业成就测试以“数学课程标准”所要求8年级学生应当掌握的数与代数、图形与几何、统计与概率和综合与实践等知识技能为考查内容,对各学生所达到的能力水平进行估计。经典测量理论分析所得,试题难度分布合理,试题区分度大部分位于0.4以上。

学生个体能力基于项目反应理论进行估计,为保证估计的稳定性,避免过拟合,使用单参数Rasch模型进行拟合,仅考虑对题项难度进行估计,并对样本中每个个体的能力值进行估计。模型估计结果显示,题册信度在0.85以上,保证了测量的科学可信。Rasch模型直接获得的个体能力值服从假设,为保证能力值的直观性,对模型估计的能力值进行

了CEEB分数转化,学生数学学业成就量尺分数的均值为500分,标准差为100分^[11]。

2.2.2 教师调查问卷

教师问卷调查的内容包括两大部分,第一部分调查了包括教师性别、教龄、学历(专业)、职称、工作时间等基本信息。以上各信息均以单选题的形式出现,要求教师进行勾选,详细选项及基本信息可参见基于同一项目进行的其它研究工作^[12]。为进行后续的线性模型分析工作,避免过多哑变量或信息分散,将部分的分类变量进行了重新的编码:学历(专业)变量从学历水平和是否师范专业两个角度进行拆分,分别获得学历变量和师范变量;教师称号变量去除不同级骨干教师称号的差异性,重新编码获得“教师称号”变量,将“特级教师”“省级骨干教师”和“市级或区县骨干教师”均视作骨干教师,使得该变量为二分变量。教龄、工作时间、职称等变量为等级变量,但均有4~7个水平,因此视作连续变量进行后续数据分析工作。

教师问卷的第二部分着重调查了教师的个人信念,采用自陈的方式,利用5点量表,从教学理念与方式、教学工作活力、教学工作认同、教学工作专注,这4个维度全面衡量数学教师的“教师信念”。量表整体内部一致性为0.93,信度理想。验证性因子分析结果显示,TLI和CFI均在0.9以上,RMSEA的90%置信区间为0.063~0.065,SRMR小于0.08,量表具备良好的结构效度。该部分量表调查结果同样基于项目反应理论对教师的信念水平进行估计。

2.2.3 教师数学教学知识测试

为了解数学教师的能力水平,选用密歇根大学所开发的MKT测试工具对数学教师的“数学教学知识(mathematical knowledge for teaching,简称MKT)”进行测量。原始的测试工具借助MIST-China国际合作项目早期的研究成果进行了汉化和本地化^[13-14],在题库中抽取适合初中数学教师的测试题,对教师的一般数学内容知识、教学所需数学知识、内容和学生知识、内容和教学知识4个维度进行测试,原始作答情况基于项目反应理论估计了数学教师的数学教学知识水平。

2.3 变量处理

基于研究的理论假设,核心变量学生数学学业成就表现、教师信念水平、教师能力水平(数学教学知识)在学校内具有较高的一致性,组内相关系数(intraclass correlation,简称ICC)分别达到27.94%、29.73%和43.72%。这说明不同学校间的差异较大,不能直接对原始数据进行线性模型的分析。再加上研究试图解释教师核心素养的不同角度如何影响学生的数学学业成就,因此并不能希冀发现教师对班级内或学校内学生变异存在解释力。在研究中,教师是根据被随机抽取的学生进行对应选取的,但并未保证教师和学生的一一对应,且每位教师对应的学生数量也存在较大差异,无法使用多水平模型进行分析工作。因此研究在学校层面对学生数学学业成就和教师因素均进行了平均处理,以获得“学校平均水平”,以学校为研究单位进行分析。除连续变量外,二分变量(如性别、是否师范专业、是否骨干等)的平均值实际是学校对应教师特征的比例。

3 分析结果

3.1 “传统人口学因素”“工作时间”“教师知识”“教师信念”对学生的数学学业成就均有积极影响

通过相关分析可以发现,女教师的人数比例和学生的数学学业成就没有显著的相关关系。如表 1 所示,教师职称、目前学历、教师的数学教学知识和学生数学学业成就的相关都达到了中等强度以上水平。

表 1 教师因素与学生数学学业成就的相关分析

传统人口学因素		工作时间因素	
影响因素	相关系数	影响因素	相关系数
女教师比例	0.030**	每天工作时间	0.268**
教龄	0.175**	每周课时数	-0.100*
入职/目前学历	0.182**/0.347**	“课堂之外”的因素	
师范专业比例	0.219**	影响因素	相关系数
职称	0.422**	数学教学知识	0.366**
骨干教师比例	0.238**	教师信念	0.185**

注: *表示 $P < 0.05$, **表示 $P < 0.01$

值得注意的是,教师每天的工作时间和学生数学学业成就呈正相关 ($r=0.268, P < 0.01$),但每周的课时数却和学生数学学业成就呈负相关 ($r=-0.100, P=0.037$),教师每天工作时间和课时数详见表 2。教育部发布的《义务教育课程设置实验方案》规定 8 年级学生每周总课时数应为 34 节,其中数学课所占百分比在 13%~15%之间,所以一个学生每周的数学课的课时量是基本固定的,教师的每周课时量随所带的班级量增加而翻倍。可以推论,数学教师的授课班级过多将对学生的数学学习效果产生消极影响。

表 2 数学教师每天工作时间、每周课时数分布

大约每天工作时间	比例	大约每周课时数	比例
5~7 小时	1.4%	6 节以下	2.1%
8~9 小时	23.6%	6~10 节	18.2%
10~11 小时	45.6%	11~15 节	54.7%
12~13 小时	20.7%	16~20 节	18.4%
14 小时以上	8.7%	21 节及以上	6.7%

注:“比例”为有效频率,不包括系统缺失

由于教师影响因素中部分因素之间存在较强的相关关系,所以需要教师因素进行逐步回归分析,其中和学生数学学业成就无显著相关的女教师比例因素没有放入模型。

表 3 教师因素预测学生数学学业成就逐步回归分析结果

因素	回归系数	标准化回归系数	累积 R^2 改变
教师职称	22.796***	0.263***	0.408*
数学教学知识	10.826***	0.240***	
目前学历	35.807***	0.175***	
入职学历	27.376***	0.241***	
每天工作时间	10.238***	0.152***	
教师信念	6.327**	0.106**	
教龄	7.483*	0.136*	
骨干教师比例	18.257*	0.091*	

注: *表示 $P < 0.05$, **表示 $P < 0.01$, ***表示 $P < 0.001$

如表 3 所示,最终进入模型的教师影响因素包括教师职称、数学教学知识、目前学历、入职学历、每天工作时间、教师信念、教龄、骨干教师比例,被排除的因素是师范专业比例和每周课时数,说明这两个因素对学生数学学业成就的

影响效应偏低,或可以被其它因素代替解释。这些教师影响因素对学校平均数学学业成就变异的解释率累积达到 40.8%。

3.2 “教师信念”“工作投入”对学生学习产生积极作用

在教师因素预测学生数学学业成就的模型中,教师信念、教师每天工作时间对数学教学知识有显著的调节作用(详见表 4),数学教学知识在教师信念较高和每天工作时间较长的教师中能对学生的数学学习产生更大的影响。

表 4 影响学生数学学业成就的教师因素交互作用分析

模型包含的主效应	交互作用	F 值	P 值
入职学历、目前学历、教龄、教师职称、每天工作时间、数学教学知识、教师信念	数学教学知识×教师信念	7.939	0.005
	数学教学知识×每天工作时间	7.396	0.007

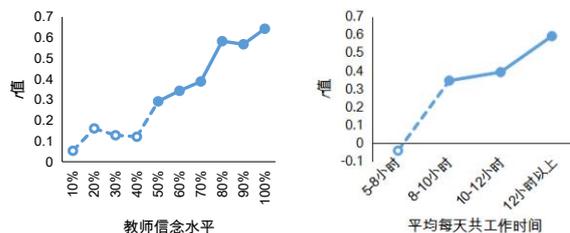


图 2 “教师信念”(左)“工作时间”(右)调节教师教学知识和学生数学学业成就的关系图

为形象直观呈现调节作用,在教师信念和工作时间的不同水平上计算数学教学知识和学生数学学业成就的相关系数,得到图 2。如左图所示,横坐标为根据百分位数将教师信念划分的 10 个水平,纵坐标为教师的数学教学知识和学生数学学业成就的相关系数,空心点说明在该教师信念水平上,教师的数学教学知识和学生数学学业成就无显著相关。可以看出,当教师信念处于中等以下水平时,教师的数学教学知识和学生数学学业成就没有显著的相关关系;当教师信念处于中等以上水平时,随着教师信念的提高,数学教学知识对学生数学学业成就的积极影响也逐步增大。换言之,教师信念较低的教师,其数学教学知识对学生的影响也较弱,甚至没有显著影响;教师信念越高,其数学教学知识对学生的数学学业成就的积极影响也越大。

类似地,右图横坐标为教师平均每天的工作时间,可以发现,教师平均每天工作时间为 8~10 小时时,教师的数学教学知识和学生数学学业成就呈显著的正相关,随着教师平均每天工作时间的增长,数学教学知识对学生数学学业成就的影响效应呈增大趋势,当教师平均每天的工作时间达到 12 小时以上时,数学教学知识对学生数学学业成就的积极影响最大。而教师每周课时数和数学教学知识的交互作用并不显著,所以教师每天工作时间的调节作用主要来源于授课之外的工作投入,而非授课班级数带来的工作量。

4 讨论与启示

4.1 理想信念与扎实学识是好老师的重要特质

教育部办公厅在《教师教育振兴行动计划(2017—2020

年》的工作目标中明确指出形成培养造就“四有”好教师的工作格局,教师信念是影响教师决策的关键因素,也是教师教学行为的内在向导。研究对教师信念的测查包括了教师的教育理念、工作认同和专注精神等多个方面,能够对学生学习产生直接影响,同时也会影响其它因素的作用。当教师信念处于较低水平时,数学教学知识和学生数学学业成就并无显著关联,当教师信念提高时,数学教学知识和学生数学学业成就的相关性也逐步增大。也就是说,信念和知识能够形成合力,当教师有理想信念时,有扎实学识将对学生的数学学业成就产生的更大积极影响。

这种调节作用也在一定程度上解释了在有些实证研究中,教师教学知识和学生学业成就在数据上没有显著的关联或效应较弱的原因。教师教学知识测试了教师学科知识、教学策略和师生交流能力的“储备值”,还需教师具有对教育工作的信念和投入,才可能将这些“储备值”作用于学生,成为“直接作用力”,从而影响学生的学业成就。

4.2 敬业奉献是教师实现立德树人的有效催化剂

教师要使学生锤炼品格、学习知识、创新思维、奉献祖国的引路人,教师自然也要做到敬业奉献,营造良好的校园文化,在学习共同体中更好的引导学生。从相关分析和回归分析的结果可以发现,教师的工作投入对学生数学学业成就具有显著的积极影响。当教师每天工作时间很少时,数学教学知识和学生数学学业成不具有显著的相关关系,当教师每天工作时间增加时,数学教学知识和学生数学学业成就的关联性也增强。由此可见,教师的工作投入是敬业奉献的外在表现,同时也能促进教师教学知识对学生学习的积极影响。

前文相关分析的结果显示,“每周课时量”对学生的数学学业成就具有负向影响。这与教师的工作投入有利于学生学习其实并不矛盾,反而揭示出授课班级数量的潜在影响:授课班级过多的教师,即便其总工作时间较长,但对学生个体来说,并不能从教师教学中获得更多收获,甚至可以推测,教师的重复教学过多,其工作热情和教学质量可能会降低。因此,“工作投入”应解释为教师对每个学生个体的关注和精力的投入。

4.3 教法知识和学科知识都是教师知识的重要组成部分

研究发现,学校师范专业的教师比例也和学生数学学业成就存在显著相关,说明教师的教学技能、教法知识和学科知识同样重要。欧美国家已于 20 世纪 80 年代开始兴起教师专业化的研究,并对教师学科内容知识和教学法知识的重要性形成了较为广泛的共识。在注重教师学科知识的同时,也应当关注其教学技能和沟通表达,以及将学科知识融入教学的能力。在前期研究中还发现,教师的教学知识不但对学生

数学学业成就的贡献最大,而且能够中介学科专业知识对学生数学学习的影响^[15]。

事实上,中国师范生教育和职前教师的考核也在发生变化,例如全国数学教师资格证从孤立的教育学、心理学考试转向数学学科知识与教学能力测试,不但要求职前教师掌握大学本科数学专业基础课程和中学数学知识,也强调了数学课程和教学知识的掌握和应用,以及学科知识在教学实践中的综合而有效的运用能力。研究结果从大数据实证研究的角度支持了这种变化的必要性。

4.4 职后专业发展是加强教师队伍建设的有效途径

在教师影响研究中,教师的人口学因素是最传统也是最方便获得的要素,此类研究的结果通常也不会令人失望,例如在很多研究中都发现教师教龄、学历、职称和学生数学学业成就存在显著关联。更极端的是哈佛大学的一项研究指出,“挑选一个好教师比培训一个更容易”^[16],这对 Korthagen 的“洋葱模型”中强调每一层级均可被改变、提升的理论假设是一种悲观的回应。

但研究发现,教师目前学历和学生数学学业成就的相关远高于入职时的学历。换言之,教师在入职后的专业发展和学习提升往往可能比其初始水平更加能够影响学生的数学学习。此结果从一定程度上证实了在职教师持续化专业发展的意义,但教师的参与动机、热情和深度也会制约教师专业发展,教师职后专业发展内容和途径本身也存在有效性的问题。正如习总书记在同北京师范大学的师生代表的讲话中所说:“好老师不是天生的,而是在教学管理实践中、在教育改革发展中锻炼成长起来的。”因此,应当更多的提供在职数学教师满足其学校及个人发展的机会和活动,以帮助其实现自我提升,进而促进学生的数学学习。

5 结论

研究通过大样本的量化分析发现,教师的知识和信念都对学生的学业表现存在积极影响,也符合一直以来教师专业发展的目标及新时代对于好教师的要求。但更为重要的是,研究揭示出知识与信念的交互作用,即教师信念水平越高时其数学教学知识水平对学生的学业表现影响越大,在理论上进一步完善了教师知识和信念的统一关系,即两者并非相互独立,而是相互促进的关系。这种交互作用所带来的影响变化,在一定程度上解释了此前的实证研究中教师知识对学生学业表现影响不一致的结果,更是为教师专业发展提供“四有”并重、有机统一发展的实证依据,指明了更为完善的教师专业发展的落实路径。

[参 考 文 献]

- [1] 王立东,曹一鸣.教师对学生数学学业成就的影响研究述评[J].数学教育学报,2014,23(3):48-52.
- [2] 王立东,曹一鸣,郭衍.数学教师对学生学业成就的影响研究[J].教师教育研究,2018,30(1):187-94.
- [3] HIGGINS S, SIMPSON A. Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement [J]. British Journal of Educational Studies, 2011, 59 (1): 197-201.
- [4] CAMPBELL R J, KYRIAKIDES L, MUIJS R D, et al. Differential teacher effectiveness: Towards a model for research

- and teacher appraisal [J]. *Oxford Review of Education*, 2003, 29 (3): 347–362.
- [5] MONK D H. Subject area preparation of secondary mathematics and science teachers and student achievement [J]. *Economics of Education Review*, 1994, 13 (2): 125–145.
- [6] DARLING-HAMMOND L. Constructing 21st-century teacher education [J]. *Journal of Teacher Education*, 2006, 57 (3): 300–314.
- [7] 李琼, 倪玉菁. 教师变量对小学生数学学习成绩影响的多水平分析[J]. *教师教育研究*, 2006, 18 (3): 74–80.
- [8] 肖正德. 基于教师发展的教师信念: 意蕴阐释与实践建构[J]. *教育研究*, 2013, 34 (6): 86–92.
- [9] 俞国良, 辛自强. 教师信念及其对教师培养的意义[J]. *教育研究*, 2000, 21 (5): 16–20.
- [10] KORTHAGEN F A J. In search of the essence of a good teacher: Toward a more holistic approach in teacher education [J]. *Teaching & Teacher Education*, 2004, 20 (1): 77–97.
- [11] 郭衍, 曹鹏, 杨凡, 等. 基于课程标准的数学学科能力评价研究——以某学区七年级测试工具开发及实施为例 [J]. *数学教育学报*, 2015, 24 (2): 17–21.
- [12] 宋爽, 郭衍. 家庭背景因素对初中生数学学业成就的影响[J]. *数学教育学报*, 2018, 27 (1): 52–57.
- [13] 邵珍红, 曹一鸣. 数学教学知识测试工具简介及其相关应用[J]. *数学教育学报*, 2014, 23 (2): 40–44.
- [14] 曹一鸣, 郭衍. 中美教师数学教学知识比较研究[J]. *比较教育研究*, 2015 (2): 108–112.
- [15] 刘晓婷, 郭衍, 曹一鸣. 教师数学教学知识对小学生数学学业成绩的影响[J]. *教师教育研究*, 2015, 27 (4): 42–48.
- [16] CHINGOS M M, PETERSON P E. It's easier to pick a good teacher than to train one: Familiar and new results on the correlates of teacher effectiveness [J]. *Economics of Education Review*, 2011, 30 (3): 449–465.

Knowledge and Belief: A Study of Teachers' Key Competencies Based on Students' Performance

GUO Kan, CAO Yi-ming

(School of Mathematical Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Improving the quality of teachers is the focus of educational reform in various countries, and the development of teachers' key competencies has become an inevitable requirement for teachers' professional development. This study analyzed the influence of teachers' key competencies on students' academic performance from the perspective of teachers' beliefs and knowledge, taking traditional demographic factors as control variables. The results show that teachers' length of teaching, educational background, positional titles, working time per day, mathematical knowledge for teaching (MKT), beliefs, and graduation from normal colleges with backbone titles have positive effects on students' achievement. Interactions exist between teachers' beliefs, working hours, and MKT; that is, the teaching knowledge of teachers with desirable beliefs and dedication is more helpful for students.

Key words: key competencies; academic achievement; teacher beliefs; teaching knowledge; working time

[责任编辑: 陈隽、陈汉君]