

编者按

近年来,我省启动了一批基础教育前瞻性教学改革重大实验项目,取得了令人瞩目的成效。江苏省教育科学规划领导小组办公室主任董林伟主持完成的“做数学:义务教育学科育人的创新实践”项目,就是其中一朵勇立教学改革潮头的浪花。项目团队围绕国家课程的核心内容开展研究,将“学数学”变为“做数学”,强调手脑并用,变被动学习为主动求知,激发了学生学习数学的兴趣,培育了他们的创新精神和实践能力。本期“教育专题”聚焦该项目进行“全景展示”,既有专家对“做数学”研究意义的诠释,也有名师观摩“做数学”课堂后生发的感想和期待,还有项目组成员撰写的项目研究报告摘要,希望能为广大教育工作者转变育人方式、创新教学方法、提高教育教学质量提供可资借鉴的策略和路径。

专家观点

抽象变直观,数学就好学了

■张景中

减负增效是教育领域的一个热点话题。对数学学习来说,减轻负担最有效、最根本的方法,是把数学本身变容易。把数学变容易可以从几个方面入手:熟悉了就容易,要把新的知识和学生熟悉的东西串通联系起来;简单了就容易,要把概念变得更好懂把方法改进得更好用;想通了就容易,要把道理说明说透;看清了就容易,要把抽象的数学变得生动直观起来。数学变容易了,各种教学方法都会有更好的效果,这就真正能够有效地减轻学生数学学习负担了。

把抽象的数学变得生动直观,可以引起学生的兴趣,提高学习的效率,是减轻负担的有效方法。将信息技术用于数学教学,使形与数结合,动与静结合,在“做数学”中变抽象为具体,体验数学之美,使数学教与学更为生动有趣,这样的教学方法的效果已被国际数学教育界所公认。从1996年开始,我们将自动推理的研究成果和国外优秀的动态几何数学教育软件结合起来,经过20多年的努力,推出了易学好用的动态数学平台“超级画板”,近几年来进一步发展为“网络画板”,能够帮助师生更轻松地进行数学教学和数学学习。

2019年12月,以“智能·融合·创新”为主题的第一届网络画板与学科深度融合应用研讨会在成都师范学院举行,会议邀请了董林伟先生作

了《“做数学”与数学教学改革》的报告。董林伟先生系统介绍了他的团队在义务教育阶段对“做数学”进行的理论研究和实践探索。他们继承中国“知行合一”优良传统,借鉴“做中学”理念,提出“做数学”的教学主张和目标体系,建构了“做数学”的理论体系;依据课程标准,面向实践,架构了贯通义务教育阶段的“做数学”整体方案;结合课程内容、教学实施方式、教学效果评价的研究与实践,提炼了“做数学”的实践样态,开发了“做数学”的学习资源,研发了“做数学”的配套工具,创建了“做数学”的特色环境,创生了“做数学”的推进机制,推动了义务教育数学学科育人的江苏实践。

我敬佩他们研究之扎实、理论之深厚、成果之丰硕,感觉很震撼。他们将理论与实践探索的成果加以总结写成了书,邀请我为即将出版的这本书作序,我很高兴地答应了。

中小学的数学教学,应让学生经历观察、实验、猜测、推理、交流、反思等数学活动过程,这是《义务教育数学课程标准(2022年版)》的要求。事实上,学生的许多数学认识是通过亲身体验建构起来的,我们应为学生的数学学习提供直观化的素材,促进学生理解数学概念,建构数学知识,感悟基本思想,积累基本活动经验,促进核心素养的发展。

“做数学”是学生运用材料和工具,在动手动脑相协同的过程中,通过操作体验、数学实验、综合实践等活动,理解数学知识、探究数学规律、解决实际问题的一种数学学习方式,是发展数学核心素养、实现数学学科育人的一种范式。这样的学习方式,遵循了学生学习和身心发展的一般规律,强调从已有的“数学经验”出发,学生学习的主体性、探究性得到充分体现。研究者力图通过“做”的主动探究过程,帮学生增强认识真实世界、解决真实问题的能力,树立学习数学的自信心,养成良好的学习习惯,培养实践能力和创新精神。

“做数学”是数学教学改革的一项重要探索,我希望董林伟先生带领他的团队能结合新时代基础教育课程改革创新的要求和国际中小学数学教学改革的经验教训,对数学的课堂教学实践,对学生的数学自学和相互交流,做更多更深入的实证研究,让“做数学”的探索结出更加丰硕的研究成果,特别是结合“网络画板”等数学教育技术的应用,让更多的学生喜欢数学;善于思维,乐于创新,大面积大幅度地提升一代新人的数学素养。

(作者系中国科学院院士,广州大学计算科技研究院名誉院长、教授、计算机学科和数学学科博士生导师)

创新实践

关于“做数学”的研究与探索

■董林伟 郭庆松 赵继坤

“做数学:义务教育学科育人的创新实践”项目研究历时3年多,在项目研究过程中,我们采取了文献研究、调查研究、理论研究、案例研究以及行动研究等方法,通过建立“先行示范区”“先行示范校”,付诸教学实践,取得了较好的效果,达成了数学学科育人的目标。

在研究与实践的过程中,我们发现原先对数学实验的认识有局限性,应该从数学实验转入研究并实践“做数学”,达成学科育人的目标。事实证明,我们的想法是正确的。

研究背景

当下中小学生的数学学习动力不足、主动性差,缺乏对数学的热情,畏惧数学,不会学数学。具体表现在:

学生学习层面:学习动力不足、方法单一、负担过重、效能太低。抽象是数学学科的特点,引起中小学生对数学产生畏难与厌烦情绪,认为数学不好学、学不好。中小生生学数学时大多以“听老师讲、机械识记、重复做题”为主要方式,缺少主动学习与探究体验的实践行动,难以体会到数学的魅力,学习效果不佳、效能低下,数学成为学生学习道路上的“拦路虎”,这些现象亟须重视与关注。

教师教学层面:重理论轻实践、重结果轻过程、重知识轻能力、重证实轻证伪、重训练轻理解等现象严重。受评价体系的影响,数学教学总是致力于让学生背概念、背公式、做题目等机械行为,总是满足于让学生更快速、更熟练、更准确完成纸笔测试,少有积极体验、主动实践与解决问题等活动的开展,学生丧失数学学习的热情。学生埋头刷题,教师拼命讲题,整个数学教学沦为是一套自动化的僵硬系统,这种倾向若不及时扭转过来,真正的数学学习便不会发生。

课程实施层面:只重视“育分”,不重视“育人”。人们普遍认为数学课程的重点就是学科内部所关涉的概念、技能、公式与原理等,传授“双基”成为最为重要乃至唯一的目标,唯知识、唯技能、唯考试、唯分数的现象甚嚣尘上。新课程改革以来,从知识习得走向素养提升,从知识传授走向学科育人已经成为深化学科教学改革的重要方向,但现实情况是,许多教师的观念仍未得到根本性转变,育人行为还需很长时间才能改变。同时,数学课程内容缺失必需的事实与素材,数学学习资源与工具严重不足等,都是既棘手又迫切需要解决的问题。

实践探索

“做数学”研究如今已进入正式、系统的研究范畴,走进了学校,走进了学生的素养发展和教师的专业发展领域。这一实践在理论探索与学科建设上具有十分重要的现实意义。根据最初的设想,我们聚焦于4个方面进行研究并实践。

一是建立了基于“做数学”达成学科育人的理论。我们基于数学学科内容的逻辑结构,挖掘数学学科的育人内涵,从本体论、方法论、思维论与价值观融合的角度,寻找基于“做数学”的学科育人元素,找寻义务教育阶段基于“做数学”的学科育人的理论依据,重新定位义务教育

阶段基于“做数学”的学科育人的内涵、特征及价值等,把发挥义务教育数学课程育人功能,促进学生全面发展与深化数学课程改革有机地统一起来,建立基于“做数学”达成学科育人的理论系统。

二是建构了指向学科育人的“做数学”课程。我们基于《义务教育数学课程标准》核心内容,针对义务教育阶段数学学科的课程体系安排,明晰义务教育阶段指向学科育人的“做数学”的课程性质、目标 and 设计思路,构建指向学科育人的“做数学”课程结构、课程内容,用“做数学”的方式表达数学,促进学生手脑并用、主动建构知识、提高认知能力,为全面发展学生的数学素养、实现数学学科育人提供可操作性强的系统课程。

三是探索了基于“做数学”实现学科育人的教学范式。我们将“做数学”有机融入课堂教学,引导学生走进数学世界,探索出指向学科育人的“做数学”的学习方式和教学方法,让学生通过对工具的操作,建立与数学知识之间的有机联系,发现数学结论,理解数学意义,体验数学知识系统背后的思想观念和专业信念,形成指向学科育人的“做数学”的教学策略、教学案例、评测体系等,让学生找到适合自己的学术天地,让知识的学习和人生价值观的培养相互交融,真正实现培养全面发展的人的目标。

四是建设了基于“做数学”实现学科育人的资源体系。我们在全省建立基于“做数学”的学科育人推进区和示范校,通过专家团队指导,积极探索指向学科育人的“做数学”环境样态,使示范校都建有适合学生自主、合作、探究的“做数学”环境;通过研发“做数学”工具、广泛征集实践案例、完善推进机制等方式,总结形成指向学科育人的完整的“做数学”资源系统,营造“做数学”教学的良好生态,面上推广,带动其他学校发展,辐射全国,形成江苏经验。

在项目的研究过程中,我们也发现有诸多需要深化研究以及需要进一步厘清的问题。例如:“做”和“抽象”的关系问题。抽象是人类认识世界的一种科学的方法和思维活动,而数学的抽象是一种特殊的思维活动,除了具有抽象的一般共性外,数学的抽象又具有自己特殊的性质。抽象性通常被认为是数学的一个基本特征,一切数学对象都是抽象思维的产物。抽象是思维的基础,只有具备了一定的抽象能力,才可能从感性认识中获得事物的本质特征,从而上升到理性认识。而“做”主要是运用工具帮助学生直观理解抽象的数学知识、数学规律、数学原理及数学公式等,让学生经历从形象到抽象的过程,虽然也注重了从直观的、感性的实物中进行抽象,但还是以直观为基础的。因此,“做数学”如何才能更最大限度地提升学生的抽象思维能力?这是值得探究的问题。

需要说明的是,一项研究要真正在教育实践中有所突破任重而道远。数学教育教育理念、行为、方法等的改变或转变,绝非一两项目研究、每年一两次专家报告就能奏效,也绝非每年一两次大型研讨会、培训会就能发生奇迹。我们要找到真正符合学生数学认知发展及成长

规律的“原点”、切实转变数学教与学行为的“近点”、学生数学学科核心素养培养的“远点”,不断推进与深化数学课程改革。可以说“做数学”的研究始终行走在路上,更需要教师的自觉运用。

研究成果

我们的实际研究成果是以内容维度而非时间维度来划分。因篇幅有限,本文主要谈一谈义务教育阶段“做数学”研究的教学实施成果。这方面的研究是本源性问题研究,是实践性研究,也是“做数学”项目重点研究的内容。我们主要采取行动研究法,边设计边实践边反思,从“实践论”的角度切入,力求形成义务教育阶段“做数学”教学范式和支持教学实施的系列资源。

一是明确了“做数学”的三种实践样态。我们从实施途径和目标指向(即教学价值)两个维度入手,确立“做数学”的三种实践样态类型:操作体验、数学实验、综合实践。

二是提炼了“做数学”的实践样态的模型。不同的实践样态有不同的教学结构,我们结合课程内容对其教学实施方式、教学效果评价进行多方位研究与实践,积累了丰富的实践案例,形成了基本的教学模式。操作体验是通过操作、观察、感悟、理解等实践活动,获得大量的感性认识,提高学习兴趣,激发求知欲的一类“做数学”活动;数学实验是学生经历探索过程,自主发现数学结论、探索数学规律、寻找证明方法的一类“做数学”活动;综合实践是以实际问题为载体,学生自主参与并综合运用有关知识和方法解决问题、积累活动经验的一类“做数学”活动。

三是指明“做数学”需要聚焦的方向。理解教材是“做数学”实施的出发点,理解教法是“做数学”实施的关照点,理解学生是“做数学”实施的落脚点,这三个方面说明了“做数学”要聚焦的三个指向。

四是提出“做数学”的思维发展要求。“做数学”中的思维应由无序的“放”走向有序的“收”,不可直白指向;“做数学”中的思维应由求异的“放”走向求同的“收”,不可整齐划一;“做数学”中的思维应由散养的“放”走向圈养的“收”,不可漫无边际;“做数学”中的思维应由感性的“放”走向理性的“收”,不可强牵硬拉。

五是阐明“做数学”融入式教学的基本观点。“做数学”是为理解数学提供内源帮助的。由于课时、容量、条件的即时性局限,如何做好“做数学”与教学的适应性衔接,值得研究。实践证明:将“做数学”以融入式形态呈现更契合中小学数学课堂现实,有利于“做数学”的常态化开展。

经过实践探索与理论研究,我们认为,在义务教育阶段开展“做数学”是可行的。我们的研究虽然取得了一些突破性进展,但在推广辐射方面,特别是“做数学”的常态化实施方面不容乐观,后续研究需要加强政策支持,注重面上推广、建设资源库以及构建评价体系等。

(本文摘自“做数学:义务教育学科育人的创新实践”项目研究总报告,有删改,作者系“做数学:义务教育学科育人的创新实践”项目组成员)

课堂手记

第一次听说“做数学”,觉得很惊奇,数学也能“动手做”?那是去年春天,苏州工业园区数学教研员王晓峰来我校参加全区研讨,无意中,他说起了有关“做数学”的话题。当时我的第一反应是:新鲜。按照一般的传统思维定式来判断,“动手做”的内容大多应属于物理、化学、生物之类科学学科的范畴。而数学指向的所谓“做”,究竟有何特征?它的呈现又是怎样的一种画面?带着一连串问题,我开始不断地思索、想象。

想象永远是美好的,但需要落地。现在已经是深秋季节,外面的世界变得色彩斑斓,充满意蕴。“做数学”的理念开始在我们的课堂上生根发芽。不久前,我在一次苏州市教研活动中,有幸观摩了3名青年教师执教的“做数学”公开课,他们以不同的表达方式,与孩子们一起向我们诠释了数学之美、数学之奇、数学之趣和数学之境。

“做数学”里有故事、有梦想

故事是有情节的,故事是因为人与情的演绎,才使它更加鲜活,更富感染力。张亮老师执教“幻方游戏”,一开始并没有单刀直入,而是播放了电视连续剧《射雕英雄传》中黄蓉“智对九宫格”的经典片段。因为内容直观,表达生动,故事内容又与本课内容息息相关,一下子就把学生的情绪调动起来了。我想,其课堂的本意绝非想哗众取宠,而是希望通过有效的课堂设计,激活学生的发散性思维,让他们在动态生成中学会举一反三,交互融通。

“做数学”里有生活、有乐趣

“数学真的很好玩。”“动手做”里不仅有虚拟的故事,更有真实的生活、真实的情境、真实的欢乐。真实的数学,无处不在,无时不有。曹冲称象,是语文课本中古代名人真实的数学游戏,“学会认识人民币”的教学内容让一群小学生自如地走进菜市场去体验生活,而今天的数学世界早已变得更加丰富多彩。比如张颖为老师执教的“认识黄金三角形”一课,首先展示了达·芬奇的世界名画《蒙娜丽莎》,引导学生在感受画面美感的同时,通过数学实验,学会黄金分割的基本法则,尝试在等腰三角形中应用法则进行简单的绘制,从而分割出无限个黄金三角形,让学生真正了解并掌握黄金比例在真实世界里的运用。

“做数学”里有探索、有魔力

科学是一门发现的艺术。直到今天,数学学科仍有很多未知的领域等待我们去发现,而伟大的发现往往来自日常最细微、最平凡的探究。观摩课上,学生们在巨幅画面前,开展对港珠澳大桥的科学勘测。他们在AI虚拟环境下借助信息技术的支撑,对桥梁结构进行数据化、可视化模拟修改和探究。通过比对、校正、修缮,最终获得满意的设计效果。“做数学”具有神奇的魔力,在一次充满挑战性的探索中,让很多不爱数学的学生变得自信满满。

“做数学”里有智慧、有成长

观摩课上,“卖火柴的小女孩”从安徒生的童话故事里走来,用火柴棒的游戏告诉我们,巧变方式可以突破常规的思维模式,让头脑变得更加聪颖。

杨明远老师执教的“火柴棒游戏”中有这么一个问题:请用火柴棒摆出1+2=7,只许移动一根火柴棒,使等式成立。谁也没想到,很快就有一位小男生提出了-1+2=1的逆反解答,这令现场的师生们拍案叫绝。老师又问:“你能用12根火柴棒搭出面积为5的图形吗?”于是,孩子们开始将火柴棒平移、翻转、旋转,从数字到符号,从抽象到直观,探究在一步步推进,积极的思维训练让智慧在课堂上慢慢生成。可以说,每个孩子都在参与,都在体验,都在思考,他们都在为获取成功而不断奔跑,无论是个体还是团队。

“做数学”所迸发出的无限的智慧力量,不仅体现在技术层面,更赋予了学生在学习成长过程中所需的关键能力和必备品格。

“做数学”是生活教育和创造教育的生动实践,“做数学”也颠覆了普通人认为数学学科枯燥、繁琐、复杂、艰涩的传统认知。人民教育家陶行知先生所提出的“六大解放”思想(解放头脑、解放眼睛、解放嘴巴、解放双手、解放时间、解放空间),与新时代教育贯彻的立德树人根本任务和全面发展的要求完全契合。“做数学”围绕学生的核心素养,立足生活,培养思维,关注未来,连接世界,源于生活而高于生活。“做数学”倡导做中学,学中做,教学做合一。“做数学”通过持续的创新实践,让课堂更灵动、更扎实,从而有效地实现了从单一到多元,从静态到动态,从简单到丰富,从理论到生活的全面转型。

“做数学”始于欢乐,终于智慧,描绘了“5G时代”数学课堂的美好未来。

(作者系苏州工业园区星汇学校校长,全国优秀科研校长,全国德育工作先进个人,全国书法教育名师,教育部长三角中小学校长高级研修班优秀校长,苏州市学科带头人,苏州市优秀园丁先锋,苏州市优秀教育工作者,苏州工业园区首批金鸡湖教育创优人才)

「做数学」课堂观摩遐想

■谢剑雄