

# 3.3.3 科学教育新模式

## ——科学教育综合改革实践探索二十年

■苏州大学 王伟群

### 获奖成果信息

成果名称:《3.3.3 科学教育新模式——科学教育综合改革实践探索二十年》

奖项:2022年国家级教学成果奖二等奖

负责人:朱永新  
共同完成人:郝京华、王伟群、杨帆、仇丽君、许新海

随着我国综合实力日益增强,进一步加强、完善科学教育的呼声日益高涨。目前,学校、社会、家庭三方的科学教育资源没有形成合力,以科学概念为逻辑框架编制的课程缺乏工程技术教育,科学实践、科学阅读、科学写作的整合鲜有研究。在此背景下,各种科学教育改革探索层出不穷,新教育实验也是积极的探索者之一。

### 解决问题的过程

朱永新教授带领新教育实验科学教育研究团队,用了20年时间,探索形成了“3.3.3科学教育新模式”。

**实践初探阶段(2000年—2007年)。**2000年,朱永新教授提出理想的科学教育“应该具有开放性,注重实践性,与生活相联系,与社会相沟通”。我们对苏南地区理科基础教育现状及改革作了深入调查,提出把活动课程与学科课程有机结合是实现在科学教育中渗透技术教育的有效途径。时任江苏省南通市海门区东洲小学校长的许新海尝试将部分科学课搬到校外,在名为“地球村”的一块空地上让学生种植、观察、收获、研究各种植物,将科学课程与综合实践活动课程有机结合。郝京华教授对这一探索方向给予高度认可,并在时隔20年的两篇文章中点评这一改革举措,同时在主编的小学《科学》中,通过强化科学探究过程技能,使之在教材中专门化、显性化。

**理论梳理阶段(2008年—2017年)。**随着新教育实验的发展,朱永新教授

提出,卓越课程要以国家课程、地方课程、校本课程为基础,对教材进行二次开发和新的整合与创造,“在课程实施过程中带领学生经历体验、合作探究,建立知识与世界、与自我的内在联系,将所有与知识的相遇转化为智慧,从而使师生生命更加丰盈”。

这一阶段,团队成员开始关注如何整合校内外科学教育资源,并依托这些资源开发科技课程。如通过与校外科技馆、博物馆合作研发课程。开发的“全经验”课程“亲近自然”版块设计了从简单事件“找过大自然的三种岩石”到复杂事件“观察过十天的月相”等一系列活动。2018年“科学教育行动方案叙事评选活动”参赛的152篇论文,是全国各地实验学校结合中华文化、属地资源和学校资源开发特色性、综合性、实践性课程的缩影。

**提升推广阶段(2018年—2022年)。**

2018年,朱永新教授在新教育实验年会上作了题为《科学之光照亮求真创新之路》的报告,明确提出“科学教育是幸福完整的教育生活的重要组成部分,是以求真和创新为宗旨,以培养并提升科学素养为目标,以学校教育、家庭教育、社会教育多方合力,通过做中学、读中悟、写中思的方法进行教育,帮助学生习得科学知识,树立科学观念,养成科学思维,掌握科学方法,发展提出问题与解决问题的能力,形成科学精神与社会责任”。

在这一阶段,我们带领一线教师在各校校本课程的基础上开发了一系列科技馆课程、家庭科学课程、科技类项目学习课程。其中科技类项目课程及“小小机械工程师”课程受北京联想、昆明教育等公益基金资助,开设到全国20个省市50多所学校。

### 成果的主要内容

**提出“构建科学教育合力”的理念。**2019年出版的《新科学教育论纲》是团队20年来在科学教育理论探索层面所取得的成果,明确提出科学是一种以求真、创新为最主要特征的文化。基于科学文化的社会性、实证性、逻辑性、创新性、

开放性特征,以及科学素养的复杂性、高阶性、人性化、社会化等特点,主张坚持科学与人文结合、动手与动脑结合、分科和融合结合、校内和校外结合、传统与现代结合、全体和个体结合的原则,凝聚科学教育合力。

**构建“3.3.3科学教育新模式”。**

第一个3,整合学校、家庭、社会三方资源,探讨不同场域科学教育资源的开发。知识、思维、态度、行为与学习环境密不可分,不同的学习环境带来的学习效果各不相同。科学教育要突破学校、课堂单一的时空界限,以科学素养为纽带,设计不同场域课程,发挥社会、家庭各自的情境优势,实现正式环境和非正式环境下科学学习的统一。

为了解决教师或家长不会利用科技馆、自然与家庭中的科学教育资源的问题,团队采取设计“学习单”的方式让教师和家长“按图索骥”。如“海洋馆”课程学习单引导孩子如何观察、如何记录、如何归纳;“亲近自然”必做的事之一是“观察过十天的月相”,学习单既帮助孩子制订观察计划,也教孩子记录月相的方法,引导他们分享和思考,发现问题,作出合理解释。

第二个3,开发嵌入式科学课程、项目式科技课程、非项目式科技课程,探讨多元工程技术教育课程的编写思路。

认识科学与工程技术无论在内涵、对象,还是在过程、结果都有很大差异,团队研发了工程素养的结构图。其设计理念是:工程素养是现代公民每一个公民都应具有的素养,工程技术教育旨在使学生开阔科技视野,提升高阶思维水平,提高解决问题的能力。

基于工程素养结构图,我们提出强化工程技术教育的课程改进建议:

**嵌入式科学课程——以科学知识为逻辑主线的国家科学课程中,逐层递进地嵌入“科学探究”与“工程实践”专项学习,区分科学与工程技术。**

**项目式科技课程——用工程设计的流程——“项目背景、明确问题、前期研究、设计方案、制作改进、交流反思”编写的长周期项目课程。**

非项目式科技课程——针对小学生的特点,设计了更适合他们的工程技术课程,如以“拆、探、仿、创”为基本结构的“小小机械工程师”等。

第三个3,践行“做中学、读中悟、写中思”三者合一,探讨科学探究实践的主要方法。

为促使学生在科技教学活动中进行深度认知加工,本成果提出的科学教育方式不仅有科学实践的“做中学”,还有科学阅读的“读中悟”,科学写作的“写中思”。



**做中学:**以学生自己设计实验、设计工程的方式强化“非良构”(探究路径不清,结果没法预期)探究。为了防止学生出现“卡顿”现象,搭建脚手架、“技能坊”等启发学生思考,解决探究中的“拦路虎”。

**读中悟:**强化科学阅读。如在项目学习中要求学生按照科学探究或工程设计的流程要素抽象出故事中的科学家、工程师工作的关键做法以效仿。

**写中思:**要求撰写文献阅读笔记、实验报告、实验报告、工程概要、工程设计、工程报告书等,强化科学写作。

**打造家校合作共育的课程资源平台。**借助新教育的网络平台,打破时空的界限,将科学教育主张、积累了多年的科学教育短视频等资源,纳入相应的内容板块,以教育资源的数字化转型,改变师生行走方式和教育生态。在新科学教育研究所网络平台,提供基于学校、家庭、社会资源开发的各类校本课程和名师云课堂,进行教师培训。在新教育APP的未来学习中心,展示以纸、水、气球等低成本材料开发科学小实验、小制作的双师科技课程,教师或家长只要准备相应的材料,就可带着学生跟着视频

中的教师开展科技活动。

为进一步整合科学教育资源,团队还研发数学、物理、化学等各学科的师生阅读书目及导读,研发了航空航天、地球科学等领域项目式学习的阅读书目及样例,引导学生整合科学阅读、科学实践和科学写作进行项目式学习。

**探索“合作、共享、发展”的实践路径。**

本成果许多项目的研发是由教育专家顶层设计,一线教师和行业专家共同研发,一线科学教师团队共同执行并进行效果检验的。由此建立了多个教师工作室,培养了许多种子教师,促进了科学教师的专业发展,成就了一大批优秀科学教师。参与本成果实践的地区或学校,不仅在当地发挥了重要的示范作用,也在全国产生了更为广泛的影响。

### 本成果创新之处

**找到多场域科学教育资源整合的方法。**

用系统思维的方法将资源开发结构化。主要的方法是以科学素养为纽带,用“科学大概念、科学探究”作为自然学校、科技馆课程、家庭课程设计的顶层框架,以科学素养四个维度作为课程深度研发的思维工具,保证科学教育目标的一致和资源利用的充分。

**构建义务教育阶段学生工程素养结构。**

提出指向普通人应该具有的工程素养,包括工程技术本体认知、通用性工程技术、工程设计流程、工程思维。旨在帮助学生认识科学技术与社会的联系,培养动手实践能力、问题解决能力与高阶思维能力。

**创造多种科技类课程设计新样态。**

研发了多种体现STEM精神又有超越的科技类课程,嵌入式科技课程、项目式科技课程、非项目式科技课程。其中非项目式科技课程的开发充分考虑到小学生知识和技能有限的特点,独辟蹊径。

“3.3.3科学教育新模式”基于新的科学教育理念,与高校和中小学合作,进行了20多年的科学教育综合改革的研究和实践。理论研究和教学实践互相促进,方案不断成熟,影响日益深远。

# 小学数学学习关键期及其困难破解的实践探索

■江苏省常州市武进区星河实验小学 庄惠芬

### 获奖成果信息

成果名称:《小学生数学学习关键期及其困难破解的二十年探索》

奖项:2022年国家级教学成果奖二等奖

负责人:庄惠芬  
共同完成人:王素旦、潘香君、马伟中、任初、丁志根

这是来自常州武进的一份数学教改实验报告,这项实验从2000年到2022年,以“每个孩子都获得良好的数学教育”为价值追求,坚持问题导向和实践创新,历经20余年实践探索,不仅有效破解了小学生数学学习关键期的核心困难,找到普遍提高学科教育质量的普适路径,且基于大样本与证据的研究,找出发展儿童学科核心素养的基本策略,深化“站起来的儿童数学”学科育人理念,丰富儿童数学教育的内涵,形成系列研究成果,在全省乃至全国推广应用,产生了积极的社会影响。

15%~25%是特例还是常数?学生数学学习困难引起的“害怕学、失败学、痛苦学”等系列问题,孕育出紧迫且有针对性的教学改革需求。

我们对全校各年级数学教师调查访谈后发现,一线教师对客观存在的小学生数学学习困难普遍缺少敏锐洞察。72%的数学教师认为“学生智力差异”“学科的抽象枯燥”是导致数学学习困难的主要原因;84%的教师用“没动力”“少兴趣”“懒惰”“不能坚持”“理解力差”等关键词来描述学生数学学习困难产生的原因。由此可见,教师对小学生数学学习困难缺少关注及深层分析。

通过对本区域42所小学智力正常、学业表现呈常态分布的小学生数学学习情况普及化筛选,我们研发了《数学学习困难儿童诊断量表》并开展问卷调查。

我们发现,部分学生始终存在难以迈过的“学习困难”。在调研样本中,15.6%的学生存在数学学习困难,且困难存在高频期。为此,我们编制了差异模型与标准模型工具,对百余所学校开展困难同源性诊断,梳理形成数学学习困难清单。调查发现,学生的数学学习困难并未得到及时解决,且呈现逐年叠加的趋势。随着年级升高,学生学业受挫感也逐步增强,受到的“冷遇”渐趋严重,大部分教师未采用适当的策略进行干预,学生的数学学习困难得不到破解,导致其陷入消极怪圈和恶性循环。

### 发现并确认儿童数学学习的三个关键期

根据样本数据和实践分析,我们确认小学生数学学习存在以下三个关键期:

**适应期(一年级)。**我们发现,有两成以上的儿童出现一定程度的疲劳、厌倦、害怕等不适应症状。这种不适应,导致学生在数学学习上有明显差异。其中,一年级学生的困难密集度较高,仅次于三年级。调查还发现,目前幼儿园与小学之间存在脱节现象,儿童从幼儿园过渡到小学易出现人学适应不良现象,在数学学习上主要表现为对数学的恐惧感。

**马鞍期(三年级)。**三年级是小学生学习生涯中的“一道坎”。调查发现,有15%~25%的孩子有数学学习适应性差、起伏不定等问题,其中80%的人集中在三年级下半学期出现这一现象。如果学生某个分化点出现困难没有及时解决,第二、第三个分化点相继出现的可能性更

大。这些分化点累积逐渐使学生成为“学困生”。

**衔接期(六年级)。**六年级学生正处于小初衔接阶段。由于初中数学课程目标、单元容量、教学内容的综合性、思维要求等有大幅度提高,再加上外部教学环境的“跃进式”变化,学生个体差异明显增大。小学和初中数学教育在课程标准上有其整体性和一致性,但在具体实施过程中还缺少有效衔接,尤其在课程内容、教学方式、思维方式等方面还未能融合贯通,导致数学学习出现“断层”现象。六年级学生处于衔接期,数学学习困难主要表现为出现断层状态。

### 匹配儿童数学学习关键期的学习方式

我们坚持以“站起来的儿童数学”为核心理念,选择与不同关键期相适配的学习方式。分别采用游戏化学习、情境式学习、建模式学习来破解相应的数学学习困难,并且三种学习方式各有侧重地融通使用。

**用游戏化学习消除适应期的恐惧感。**

一是形成要素模型策略。通过与学习困难相匹配的数学游戏化内容、学习方式、评价路径、学习资源、介入方式、思维模型等要素,建构贴近儿童的情感带。二是与儿童认知方式适配策略。围绕关键期学习需求,从具身认知、情境认知、元认知三方关照下的数学游戏化学习开始,激发儿童学习兴趣。三是在游戏化学习中发展儿童心理动作激动力源,包括好奇发问、探究合作、主动迁移等。

**用情境式学习突破马鞍期的分化点。**“情境”即情境和脉络。情境即实现学习内容与生活现实的勾联;脉络即了解知识的来龙去脉,体现系统性。情境学习指儿童通过真实思维参与,在具体情境与自身认知之间建立起一种关联,在具象与抽象思维之间架起桥梁的学习过程。基于马鞍期学生数学学习核心困难的分析,情境式学习有利于突破数学学习分化点。

**用建模式学习弥合衔接期的断层带。**在培养学生数学模型意识的过程中形成衔接策略:基于儿童的生活经验、认知水平、思维方式设计建模课程;在小课题研究中创生“建模历程”,借以打通学科界限,用可选择的数学项目化学习促进课程衍生;在相似模块中提高“元认知”水平,即在相似知识模块、思维结构、方法模型

中反思梳理内化,发展元认知;建模学习实现了小初科学衔接,发展了孩子的数学眼光、数学思维和数学表达。

### 与关键期学习困难适配的教学支持体系

依据学习主体的认知系统与教学支持的适配关系,对原有一、三、六年级三个关键期的教学系统进行优化与重建,构建幼小衔接、小学低中衔接、小初衔接三段学科育人贯通体系,实现数学学科育人方式的变革。

**基于“三材”开发的学习材料支持系统。**以核心素养为课程目标的旨归,实施基于课标的教学材料三维度开发,立体构建与儿童适配的数学课程。

教材的研读和整合。一是用结构的方式研读知识体系。通过对不同版本教材的解读,汲取共同的逻辑线索与教学文化。二是从核心知识的角度研读内容。以数学模型为领,把握数学知识本质、思维方法等。三是从儿童的角度统整单元。尊重儿童的学习需求,把握思维的梯度,增强各个关键期的适配性。

教材的开发和研究。根据与课标一致,与教材逻辑线索匹配的学习材料,从数学文化、思维、美学等角度拓展学习资源,形成数学与体育、艺术、历史等十二个专题的学习素材,成为学生可选择、可探索、可阅读的材料,开发差异化的教材满足不同学生需求。

习材的编制与优化。从“统一作业”到“套餐服务”,绿色、银色、金色三种套餐的选择。从“布置作业”转向“设计作业”,从作业的目标结构、内容结构、空间结构等八个维度整体设计作业盒子。从“单向区间”转向“空间连续”,项目化、实践性作业立体拓宽“作业新时空”,实现精练、轻负担、高质量。

**基于魅力课堂的学习动力激发系统。**魅力课堂是开放的、人文的、诗意的、互动的、挑战的、柔性的课堂。构建“融情于理、融情于智”的魅力课堂,既是激发学生学学习动力的源泉,也是破解学习困难的重要抓手。

和谐性学习环境激活兴趣感。拓展有温度的学习时空,建立朋辈间和谐的人际关系,创造生动适宜的班级氛围,营造适配的心理环境,从而激发学习兴趣。

选择性学习目标激发求知欲。依据学生不同的认知水平,设定教学目标,让

不同层次的学生都能通过努力产生成功的喜悦,对数学学习充满信心。

弹性化学习组织提高参与度。形成性格互补、个性融合的差异化组合,注重不同层次学生混合编组的隐性层际组合,对有困难的学优生优先互动、优先表现和调控指导的优先组合,以此突破学习困难。

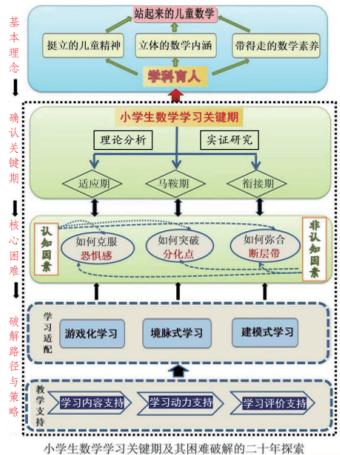
柔性化学习调控成为动力源。有节奏的学习时间的合理安排,多层次的学习方式的优化组合,安全积极的学习心理调适,真正呈现儿童做学玩合一、思创行一体的数学学习样态,构建了学习动力激发系统。

**基于关键期匹配的学习评价系统。**充分发挥评价的育人导向作用。坚持评价维度多元、主体多样、方式丰富。针对不同关键期的学习内容、学生认知特点、相应学习方式等,采用适配的评价方式。

“适应期”侧重于无级差评价。无级差评价是指教师通过观察和判断进行个性化诊断,形象化表达并提出发展性建议。一年级起步阶段采用无级差评价,能让评价变得更有温度、更可亲近、更可评价。例如通过“数学嘉年华”活动,改变传统期末笔试测验的方式,采用情境化、模块式、闯关式等学生喜闻乐见的形式,让学生觉得测试轻松又好玩,从而在个性的、动态的、互动的评价中,实现“无障碍”幼小衔接。

“马鞍期”侧重于表现性评价。根据表现性评价的主体性、过程性、能动性等特点,对三年级学生积极采用表现性评价,为学生创设良好的学习环境和积极的学习心理状态。在评价过程中,不仅关注学生在数学活动中知识的获得、能力的提升和经验的积累,还关注学生在数学学习中会用数学的眼光观察现实世界,会用数学的思维思考现实世界,会用数学的语言表达现实世界。

“衔接期”侧重于增值性评价。增值性评价的关键在于学生的“增值”,即通过增值评价阶段指标的设计,了解影响学生的发展过程与变化因素,借助错题集、反思本、优点卡等挖掘促进学生素养发展的增值元素、方式方法以及改进策略,让教师精准化实施教学。对六年级学生采用增值性评价方式,构建科学的环节,形成体现全周期、全要素的增值性评价系统,实现教育评价的激励作用,促进不同起点的学生在自己原有基础上获得进步。



### 持续梳理儿童数学学习的核心困难

21世纪初,我们发现,班级中有15%~25%的学生存在数学学习不良,有学习障碍的现象。这是普遍现象还是个例?