

摘要

《义务教育数学课程标准(2022年版)》和《普通高中数学课程标准(2017年版 2020年修订)》明确提出注重运用信息技术开展数学活动。然而当前信息技术的应用仍停留于表面,与数学活动的融合处于浅层次的整合阶段,难以深层次实现:创设具体情境唤起数学学习感性认识,激发学生的数学学习兴趣和探究欲望;打破传统数学活动的时空限制,运用数字化资源、工具、平台开展数学活动,提升自主学习数学能力;实现数学活动评价多样化、精细化,促进个性化数学教育等一系列提升数学活动有效性的目标。

随着新兴技术日新月异的不断演进,跨领域技术间的融合创新已成主流趋势,技术有机耦合下数字孪生应运而生,掀起网络化数字化智能化新一轮浪潮。数字孪生技术是一项以模型信息流驱动全产业链协同的产品生命期管理工具,其核心在于数据收集、聚合、分析及提供决策性洞见等功能,其应用已经从工业、制造业、医疗等领域逐步拓展至教育领域,为教育信息化提供了更多的路径与可能性。以技术创新为驱动,顺应我国新一代信息技术发展潮流,抓住提升数学活动有效性的发展机遇,以此推动数学活动变革和创新,是广大数学教育工作者面临的重大课题。

本文以数字孪生为技术基础,以数学活动有效性提升为目的展开研究。在对相关概念和研究现状进行简单梳理后,讨论了数字孪生提升数学活动有效性进行必要性和可行性,详细分析影响数学活动有效性的因素,深度剖析数字孪生技术特征和核心能力,并以教育三大主义理论为教育基础,进而提出本文研究的创新点:基于数字孪生的数学活动有效性提升策略,具体包括:构建数学教育者数字孪生体、学习者数字孪生体和数字孪生数学活动空间,从应用角度阐述了各自对数学活动有效性的提升作用。最后,提出基于数字孪生技术提升数学活动有效性应遵守的七条原则。

总结与展望部分,总结概括了本文在基于数字孪生的数学活动有效性提升策略研究的主要工作。同时,反思了本研究中的不足之处,对后续能够进一步的研究内容进行了展望。

关键词: 数字孪生, 数学活动, 数学活动有效性, 提升策略

目 录

摘 要	I
Abstract	II
目 录	IV
第一章 绪论	1
第一节 研究背景	1
第二节 研究目的及意义	2
第三节 研究思路和方法	3
第二章 相关概念界定及研究综述	5
第一节 数字孪生技术的概念界定及研究概述	5
第二节 数学活动有效性的概念界定及研究现状	8
第三章 基于数字孪生的数学活动有效性提升的必要性与可行性 分析	12
第一节 基于数字孪生提升数学活动有效性的必要性	12
第二节 基于数字孪生提升数学活动有效性的可行性	15
第四章 基于数字孪生的数学活动有效性提升理论基础	18
第一节 影响数学活动有效性提升的因素	18
第二节 数字孪生技术理论基础：技术特征和核心能力	22
第三节 基于数字孪生的数学活动有效性提升的教育理论基础	26
第五章 基于数字孪生的数学活动有效性提升策略	28
第一节 数学教育者数字孪生体	28
第二节 学习者数字孪生体	30
第三节 数字孪生数学活动空间	31
第六章 基于数字孪生技术提升数学活动有效性的原则	34
第一节 必要性原则	34
第二节 相辅性原则	34
第三节 渐进性原则	34

第四节 结构性原则	35
第五节 创造性原则	35
第六节 平衡性原则	35
第七节 安全性原则	35
第七章 总结与展望	37
第一节 研究总结	37
第二节 研究不足	37
第三节 研究展望	37
致 谢	39
参 考 文 献	40
个 人 简 介	43

第一章 绪论

第一节 研究背景

数学是研究数量关系和空间形式的科学,也是一门依赖于抽象思维的学科,其研究与应用从古至今不断拓展到现代社会的各个领域。数学活动则是学好数学学科知识、培养人逻辑思维能力和缜密推理能力的有效途径。《义务教育数学课程标准(2022年版)》^①明确提出在符合学生认知规律的基础上,积累数学基本活动经验,实施促进学生发展的数学活动。2020年《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》^②基于《普通高中课程方案(2017年版2020年修订)》,提出优化课程结构,形成了“横三类纵四线”的课程结构,并将数学建模活动和数学探究活动作为4条主线之一贯穿3类课程,凸显了对数学活动的重视。随着新课标的深入推行,提供丰富多样的数学活动,运用数学活动培养学生学习数学的兴趣,发展数学思维和问题意识,已成为广大数学教育者的共同愿望。然而,当前数学活动开展在很大程度上仍留于表面,数学活动本身缺乏创造性和趣味性,远远不能深度调动学生内在的数学情感和数学思维。大多数教育者日常缺乏对创设有效性数学活动的深层次思考,极少部分数学教育者即使对数学活动性质、数学活动形式,以及在活动中凸显数学本质等方面有了更深层次的认识,因受时间和空间的限制,提升数学活动有效性的高阶创新思维变现也十分困难。

当今世界,科技进步日新月异,互联网、云计算、大数据等现代信息技术深刻改变着人类的思维、生产、生活、学习方式。以技术创新为驱动,顺应我国新一代信息技术发展潮流,抓住提升数学活动有效性的发展机遇,以此推动数学活动变革和创新,是广大数学教育工作者面临的重大课题。回顾过去,技术虽为提升数学活动有效性带来量的提升,却没有实现质的飞跃。首先,本质上数学活动的发生以技术硬件配备为主,软件配备为辅的建设模式并不能满足学生日益增长的个性化学习需求。其次,数学活动的有效性评判一直是个难题。再者,随着翻转课堂、双师教育、混合学习等新型模式在数学活动中应用,空间重叠的教学场景下数学活动迫切需要新兴技术,用以处理技术、师生以及物理环境等要素之间的关系。换言之,技术、数学活动、各类空间、发展评价等要素必须实现有机融合,才有望整体提升数学活动的有效性。

① 中华人民共和国教育部.:《义务教育数学课程标准(2022年版)》,北京:北京师范大学出版,2022年,第3页。

② 中华人民共和国教育部.:《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》,北京:人民教育出版社,2020年,第9-10页。

提及技术与现实世界的有机融合,近几年数字孪生技术炙手可热,受到政府和产业界的高度关注和认同。与传统信息技术相比,数字孪生技术要更复杂,不仅覆盖新型测绘、地理信息、语义建模、模拟仿真、智能控制、深度学习、协同计算、虚拟现实等多技术门类,而且对物联网、人工智能、边缘计算等技术赋予新的要求,多技术集成创新需求更加旺盛^①。数字孪生技术的突破在于,能对存在于物理世界的实体创建一个虚拟数字模型与之映射,物理实体与数字模型实时互动,甚至进化为物理实体的先知、先觉甚至超体。这一理念与教育信息化的智慧教育不谋而合,仿佛具备了实现“智慧”的一切条件。数字孪生技术理论下,万物皆可数字孪生,若把数字孪生的教育价值挖掘到极致,不禁引发:教师可以数字孪生吗?学生可以数字孪生吗?数学活动发生的空间可以孪生吗?数学活动有效性能用数字孪生提升并得以评估吗?等一系列思考。

基于以上思考,探讨如何将数字孪生赋能数学活动,能否将数字孪生技术作为提升数学活动有效性的有力工具,提出基于数字孪生提升数学活动有效性策略研究,改变传统数学活动现状,是新一代信息技术背景下十分具有前瞻性的研究。

第二节 研究目的及意义

一、研究目的

信息技术与数学活动的融合是新一轮课程改革的重点之一。新课标明确提出:利用信息技术创设具体情境唤起数学学习感性认识,激发学生的数学学习兴趣 and 探究欲望;加强网络空间与物理空间的融合,打破传统数学活动的时空限制;运用数字化资源、工具、平台开展数学活动,提升自主学习数学能力;采用线上线下相结合的评价方式,从数学活动记录中了解学生的发展变化等,一系列关于信息技术与数学融合的理念。不难看出,新一轮的课程改革比以往更加注重运用信息技术开展数学活动,以此提升数学活动的有效性。而数字孪生技术作为新兴技术的集成,其使用恰恰可以使一些复杂情境得以呈现,打破传统数学活动的时空限制,带领学生进入直观有趣的数学空间,自然而然的发现、猜想、验证、验证;记录参与数学活动主体的行为变化,为开展数学活动有效性评价提供支持,实现数学活动评价多样化、精细化;基于数字孪生技术的迭代进化、虚实共生等特征,便于提高学生的数学素养和教师的专业素养。

鉴于此,本研究旨在通过分析与数字孪生技术、数学活动的相关硕博论文和期刊论文,明确数字孪生技术和数学活动有效性的概念,提出自己的见解,

^① 高艳丽,陈才,张育雄.:《数字孪生城市:智慧城市新变革》,《中国建设信息化》,2019年第21期。

并将数字孪生技术融入数学活动中，探讨用数字孪生技术提升数学活动有效性策略，以期为开展数学活动的广大数学教育工作者提供一定的理论与实践参考。

二、研究意义

本研究在已有文献资料的基础上，结合数字孪生在工业、制造业以及教育领域的案例分析和相关的数学活动理论，以提升数学活动有效性为目标，基于数字孪生技术，提出能够提升数学活动有效性的策略，具有一定的理论和实践意义。

（一）理论意义

当前我国信息技术的发展一直塑造着社会发展的方方面面，改变了生产力与生产关系，潜移默化的变革着人们的生活。但十分遗憾的是信息技术虽然在许多领域取得重大成效，在数学活动领域的应用成效并不明显，大多数仍停留在表面的手段应用上。教育信息化一直在路上，本研究意在推动数字孪生与数学活动的融合和运用，并实现数学活动的有效性提升，为推进教育信息化增添理论基础。

（二）实践意义

为落实信息技术与数学活动深度融合的基本课程理念，本文提出数字孪生技术应用于数学活动，期望数学教育研究者早日关注数字孪生技术提升数学活动有效性的优势，让学生积累更多的数学活动经验，提高数学素养。通过对数字孪生技术的特征和能力分析，提出基于数字孪生的数学活动有效性提升策略，为教育技术研究者进而一线教师在设计教学活动中提供一定程度的参考。

第三节 研究思路和方法

一、研究思路

首先本研究主要以提升数学活动有效性为出发点，以数字孪生、数学活动等核心概念为基础，基于数字孪生的技术优势和核心能力，探讨数字孪生技术对提升数学活动有效性的优势和具体策略。最后对研究进行梳理并总结研究存在的不足。具体步骤如下：

第一步，对数字孪生技术、数学活动、数学活动有效性的相关文献进行研读，明确本文的研究方向。

第二步，在已有的理论基础上，进一步分析数字孪生技术提升数学活动有效性的必要性与可行性。

第三步，提出基于数字孪生技术的提出数学活动有效性策略，具体包括：数学教育者数字孪生体、学习者数字孪生体、数学活动孪生学习空间。

第四步，基于数字孪生技术提升数学活动有效性的原则。

第五步，对研究进行梳理并总结研究存在的不足。

二、研究方法

（一）文献研究法

文献研究法指阅读收集并整理归纳与相关研究领域的文献资料，形成对事实的科学认识，为研究提供理论基础和研究依据的方法。通过校图书馆、中国知网、百度学术、谷歌学术等网站进行文献查阅，有针对性的对数字孪生技术、数学活动和数学活动有效性等研究领域的相关文献进行搜索、阅读、筛选、精读、分析整理，深入研究并系统梳理国内外研究学者对以上几方面的研究现状，为研究打下坚实的理论基础。

（二）个别访谈法

个别访谈法是指调查者为了解情况，针对某一个人或群体的经历、思想感悟等方面与被调查者逐一的进行采访、交谈，进而提出问题并收获答案的一种研究方法。本研究选取实习学校 10 名数学教师作为访谈对象，用于定性了解教师对数字孪生技术提升数学活动有效性的看法。

（三）课堂观察法

基于论文的研究方向，笔者在教育实习期间深入本地两所学校进行数学随堂观察，详细记录与研究相关的内容，及时与数学教师就数学活动观察所得进行讨论交流。

第二章 相关概念界定及研究综述

本章综述包含：数字孪生技术的概念和国内外对数字孪生技术的应用研究现状，接着重点介绍数学活动有效性的概念和国内外关于数学活动有效性的研究现状。

第一节 数字孪生技术的概念界定及研究概述

一、数字孪生技术的相关概念界定

孪生（Twin）一词在《现代汉语字典》中的解释为“一胎双生，双胞胎”，也可用来表示、比喻十分相同或相似的两物。

“Digital Twin”，取“Digital”中“数字的”和“数字化的”的含义，取“Twin”中“两个相像的人或事物之一”和使役动词“使耦合”的含义，数字孪生是较为恰当的翻译结果，本意就是已知一个在物理空间中的物理实体，在数字空间中构建一个虚拟事物与之相对应，并且保证二者无限趋近一致。因而可以将数字孪生理解为：针对物理实体的精准映射行为。数字孪生技术即为实现这一映射行为的技术，数字孪生体便是映射行为下的呈现结果。数字孪生技术因感知控制技术而起，因综合技术集成创新而兴，是在感知建模、物联网、人工智能等信息技术取得重大突破背景下，有机耦合孕育出的一条新兴技术路径，是以模型信息流驱动全产业链价值协同的产品生命期管理工具，其核心在于具有数据收集、聚合、分析及提供决策性洞见等功能。

二、数字孪生技术的国内外研究现状概述

（一）数字孪生技术的国内研究现状

2018年北京航空航天大学教授陶飞^①，联合国内北京理工大学、暨南大学、上海交通大学、山东大学等12所高校和北京必可测科技股份有限公司、北京卫星环境工程研究所总装技术研究室，上海航天设备制造总厂有限公司智能制造与工业研究室，提出14种数字孪生应用探索，例如基于数字孪生的车间生产调度优化、基于数字孪生的故障预测与健康管理、基于数字孪生的生产物流精准配送等。同年，中国信息通信研究院组织业内名企百度、腾讯、华为、阿里以及三大运营商中国电信、中国移动、中国联通等，共同打造数字孪生城市推进智慧城市建设。2019年陶飞^②教授等人扩大研究团队，联合16所高校、研究所和科技公司，提出数字孪生五维模型及十大领域应用。

① 陶飞,刘蔚然,刘检华等:《数字孪生及其应用探索》,《计算机集成制造系统》2018年第1期。

② 陶飞,刘蔚然,张萌等:《数字孪生五维模型及十大领域应用》,《计算机集成制造系统》2019年第1期。

在我国,关于数字孪生在教育领域的应用,曹晓明^①探讨教育信息化 2.0 视域下的“智能+”校园建设,提及数据的数字孪生策略,但并未对数字孪生技术应用展开深入的探讨。褚乐阳^②在研究拓展现实技术(XR)的教育应用展望时,将拓展现实技术技术与数字孪生相关联,认为数字孪生概念与其构想的未来拓展现实概念相接近。兰国帅^③研究 5G+智能技术构筑智能教育新生态系统,多次提及以 5G 助力数字孪生世界。可见在数字孪生进入国内教育事业的早期阶段研究者们就有意识将 5G、拓展现实等技术作为外围使能技术助力数字孪生技术的发展。随后,在 2019 年,褚乐阳^④提出,提出数字孪生八个教育领域,如:作为预测管理工具、为职业教育打造“孪生车间”,应用于学习者画像优化教学评估等。数字孪生技术的教育应用前瞻,这是知网上第一篇以数字孪生为中心的教育核心期刊。2019 年末,国内教育技术学领域核心期刊《远程教育杂志》^⑤,将数字孪生技术列入 2020 年重点选题指南。朱珂^⑥提出数字孪生赋能下的全息课堂,张艳丽^⑦也将数字孪生与全息技术相融合,展开应用前景探讨。艾兴^⑧等人提出数字孪生学习者构建,使学习者画像迈入学习者数字孪生体。李海峰、王炜^⑨构建数字孪生智慧学习空间,促进虚实融生的教育发展新样态。李小涛^⑩、朱珂^⑪、薛耀锋^⑫等人分别在元宇宙中提及数字孪生技术的赋能。陈雷^⑬将“数字孪生+人工智能”纳入高校智慧党建系统研究,杜学元^⑭提出数字孪生高校的未来构想。黄音^⑮等人提出基于数字孪生讲台的沉浸式教学设计。

① 曹晓明:《“智能+”校园:教育信息化 2.0 视域下的学校发展新样态》,《远程教育杂志》2018 年第 4 期。

② 褚乐阳,陈卫东,谭悦等:《重塑体验:扩展现实(XR)技术及其教育应用展望——兼论“教育与新技术融合”的走向》,《远程教育杂志》,2019 年第 1 期。

③ 兰国帅,郭倩,魏家财等:《5G+智能技术:构筑“智能+”时代的智能教育新生态系统》,《远程教育杂志》2019 年第 3 期。

④ 褚乐阳,陈卫东,谭悦等:《虚实共生:数字孪生(DT)技术及其教育应用前瞻——兼论泛在智慧学习空间的重构》,《远程教育杂志》2019 年第五期。

⑤ 远程教育杂志:《2020 年《远程教育杂志》重点选题指南》,《远程教育杂志》2019 年第 6 期。

⑥ 朱珂,张莹,李瑞丽:《全息课堂:基于数字孪生的可视化三维学习空间新探》,《远程教育杂志》2020 年第 4 期。

⑦ 张艳丽,袁磊,王以宁等:《数字孪生与全息技术融合下的未来学习:新内涵、新图景与新场域》,《远程教育杂志》2020 年第 5 期。

⑧ 艾兴,张玉:《从数字画像到数字孪生体:数智融合驱动下数字孪生学习者构建新探》,《远程教育杂志》2021 年第 1 期。

⑨ 李海峰,王炜:《数字孪生智慧学习空间:内涵、模型及策略》,《现代远程教育研究》2021 年第 3 期。

⑩ 李小涛:《元宇宙中的学习:融合学习者身份、时空的未来学习图景》,《远程教育杂志》2022 年第 2 期。

⑪ 朱珂,丁庭印,付斯理:《元宇宙赋能大规模超域协同学习:系统框架与实施路径》,《远程教育杂志》2022 年第 2 期。

⑫ 薛耀锋,朱芳清,王坤:《元宇宙:下一代学习空间》,《基础教育》2022 年第 2 期。

⑬ 陈雷:《基于“数字孪生+人工智能”的高校智慧党建系统研究》,《现代教育技术》2022 年第 4 期。

⑭ 杜学元,赵斌刚:《教育元宇宙:数字孪生高校的未来构想》,《教育学术月刊》,2022 年第 10 期。

⑮ 黄音,毛莉莎,张小帆等:《基于数字孪生讲台的在线沉浸式教学体系分析与流程设计》,《远程教育杂志》,2021 年第 1 期。

以上，基于笔者在知网以数字孪生为主题，北大核心、CSSCI、CSCD 为期刊来源类别进行搜索，共 1293 条搜索结果，其中数字孪生在教育领域应用的相关研究不足 30 篇，研究涉及课堂教学、教学评价、学习者数字孪生体、数字孪生空间、数字孪生讲台、数字孪生教学设计等，但至今为止没有被应用到数学教育领域。

（二）数字孪生技术的国外研究现状

数字孪生的“孪生体/双胞胎”思想，最早可追溯到美国国家航空航天局（National Aeronautics and Space Administration, NASA）阿波罗项目计划，主要应用于航天发射任务和航空武器装备研制。在飞行器研发过程中，建造多艘相同的“孪生体”太空飞行器，用于反复实验训练；在飞行器执行任务中，留在地球上的孪生体利用正在执行任务的太空飞行器的飞行数据，尽可能精确地反映和预测正在执行任务的空间飞行器的状态，从而辅助太空轨道上的航天员在紧急情况下做出最正确的决策。2003 年，密歇根大学迈克尔·格里夫斯（Michael Grieves）博士在有关产品生命周期管理（Product Lifecycle Management, PLM）的课堂上提出数字孪生最初的概念模型及其术语名称的前身，表述为“与物理产品等价的虚拟数字化表达”，当时这一概念并没有被称作数字孪生体，使用的是“镜像空间模型”（2003 ~ 2005 年）和“信息镜像模型”（2006 ~ 2009 年）的名称。直到 2009 年，美国空军实验室提出“机身数字孪生体”，并直接使用了“数字孪生”这一名称。随后，2011 年迈克尔·格里夫斯 Michael Grieves 博士在其新书中引用了 NASA 所建议的“数字孪生”这一名称，作为信息镜像模型的别名^①。

在国外，关于数字孪生在教育领域的应用，瑞士应用科学大学主要探究“智慧学习工厂”和“微型学习工厂”在生产制造领域中的应用。澳大利亚新南威尔士建筑与环境学院萨玛德教授^②将数字孪生技术应用于工程建设与管理的远程教学中，在智能设备上显示数字孪生建筑，包括建筑结构的不同元素、基础系统和基础建设所需的设备，并开发了可以选择不同角色的多人游戏，帮助学生沉浸式体验建设过程中隧道挖掘机的工作机制，展示了虚拟技术在教育中的能力。美国南加利福尼亚大学^③采用数字孪生技术模拟实验室环境，为学生提供“边做边学”的课程体验，通过数字孪生模型与物理模型的连接，加速学生对系统工程的专业

① 安世亚太科技股份有限公司，数字孪生体实验室：《数字孪生体技术白皮书(2019 年 12 月)》，北京：安世亚太科技股份有限公司，数字孪生体实验室，2019 第 1-5 页。

② Sepasgozar S M E., Digital twin and web-based virtual gaming technologies for online education: A case of construction management and engineering, Applied Sciences, pp.4678.

③ Madni A M, Erwin D, Madni A. Exploiting digital twin technology to teach engineering fundamentals and afford real-world learning opportunities[C]//2019 ASEE Annual Conference & Exposition. 2019.

知识和理解。研究认为这种学习经历不仅促进了知识迁移,而且在学生进入职场前为他们提供安全的实验环境进行模拟。

第二节 数学活动有效性的概念界定及研究现状

数学教育和数学教育改革始终在追求有效性的路上。对于每一个数学教师来讲,没有一个教师不希望自己的数学活动能够为学生的数学能力带来提升,追求数学活动的有效性等同于追求工作中的幸福和成就感。既然提升数学活动有效性是我们共同迈进、不断追求的目标,那有效性的含义是什么?数学活动有效性的真正内涵是什么,专家学者们对数学活动有效性做了哪些研究?这些是我们首先要明白的。

一、数学活动有效性的概念界定

(一) 数学活动的概念界定

1. 数学活动是有一定结构并带有数学特点的思维活动

“数学活动是有一定结构并带有数学特点的思维活动”是以斯托利亚尔为代表的数学活动观。前苏联数学教育学家斯托利亚尔^①,在著作《数学教育学》第二版中把“数学教学看作数学活动的教学”,这一著名的命题由“数学——表示一种思维活动(数学活动),或者这种活动的结果”推演而来。随后,在《数学教育学》第三版中用大量篇幅从经验材料的数学化、数学材料的逻辑组织化、数学理论的应用三个方面对数学活动做了详细分析。由此理解为:数学活动的本质是思维上的活动,不等同于一般的直观操作性活动,包含着一定的数学思维方式,强调数学活动的思维过程比数学活动的结果更重要,依据学生的思维能力开展数学活动,有效发展学生的数学思维能力。

2. 数学活动是学生经历数学化过程的活动

“数学化”这一概念最初由荷兰数学家和数学教育学家弗赖登塔尔^②提出,人们在观察、认识、和改造客观世界的过程中,运用数学的思想和方法来分析和研究客观世界的种种现象并加以整理和组织的过程,就叫数学化。他认为任何数学都是数学化的结果,数学化的对象可分为两类:一类是现实客观事物,一类是数学本身。提升数学活动的有效性则可以从这两类对象出发,对现实客观事物数学化,即数学地组织客观世界,构建体现从现实问题到数学问题,具体问题到抽象概念、定理、法则和构造数学模型等的数学活动,从现实世界走进符号世界;对数学本身数学化,即在现实客观事物数学化的基础上,让数学活动既可以对数学

① [苏]A·A·斯托利亚尔. 数学教育学[M]. 丁尔陞, 王慧芬等译. 北京:人民教育出版社, 1984.

② 闫桂琴:《中学数学教学论》,北京:北京师范大学出版社,2010年,第30-53页。

知识继续深化,亦可以对已获得的数学知识进行整理、分类、综合、再创造,使数学知识体系不断完善、扩大,实现数学知识公理化、形式化以及模式化。弗赖登塔尔认为教数学、学数学必须要经历数学化,学习数学是再创造数学化,因此他认为数学活动是学生经历数学化过程的活动。邓友祥^①认为数学活动是师生之间的交流互动活动,强调其有数学化的特质。涂荣豹^②教授认为数学活动包括数学研究活动、数学认识活动、数学实践活动,三类活动分别对应三个过程,依次是数学发现发明的过程,数学解决问题的创造性过程,数学再创造过程,理应着重关注学生对理论知识的应用能力。

(二) 有效性的概念界定

“有效”一词来源于现代企业管理学,查阅英文文献对于“有效性”这一词的解释,广为认同的是“某一目标的足够实现,预期或所期望的效果成功达成。”，“某一件事情的发生有实现某一结果的目标力量,反应行为完成或结果的获得程度”。由此可见有效性重点关注效能,体现在结果上的“效”，结果与我们期待的目标趋于一致，称之为“有效”，反之则被认为“低效”或者“无效”。笔者简而概括为：有效性是指开展、策划某一项活动达到预期结果的程度。

(三) 数学活动有效性的概念界定

教育领域关于有效性的研究起源于西方的教学科学化运动,从20世纪上半叶到目前为止,当“有效”与数学活动联系在一起,成为数学教研、教育领域的重点关注词汇,关于“数学活动有效性”的涵义,学者们基于数学活动的不同流派和有效性的内涵,所阐述概念界定至今未达到共识。一方面,沿用经济学的角度,从投入与回报,效益、效果、效率的概念来解释,数学活动在符合时代和个体积极价值意义建构的基础上,有效性体现在兼顾师生双方在数学活动中的投入与回报,并且一定时空内的效率不低于平均水平。结合姚利民^③的有效教学研究,数学活动的有效性包含合规律性的有效性过程和有效益、有效果的活动结果。结合北京师范大学肖川教授^④有效教学的观点,数学活动的“有效”主要是指数学活动发生一段时间后,学生在数学方面获得的具体进步或发展。另一方面,从学生发展的角度,数学活动的有效性体现在要以学生发展为本,人人都能获得良好的数学教育,不同的人的数学上得到不同的发展。即除了获得数学知识、数学核心素养得到发展以外,数学活动对学生健康成长、人格魅力、思维方式、数学眼光等方面的促进,也体现数学活动的有效性。

① 邓友祥:《数学活动的特质与有效教学策略》,《课程·教材·教法》2009年第8期。

② 涂荣豹,宁连华:《论数学活动的过程知识》,《数学教育学报》2002年第2期。

③ 姚利民. 有效教学研究[D].华东师范大学,2004。

④ 肖川:《高校有效教学的目标和特征》,《高等教育研究》1999年第3期。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/708005050014006125>