数智化背景下“三层五环六策”在小学科学课堂教学中的实践应用路径探索

朱思楠，侯跃芳
深圳市坪山区中山小学，广东 深圳 518118
DOI:10.61369/ETI.2026070030

摘　　要： 随着我国教育数字化战略的持续推进，国内小学教学也积极提倡数智化教学改革。因为小学科学课堂围绕空气、溶解现象等课程内容抽象，学生思维局限，分层教学难以落实，提倡借助数智化工具优化教学课堂，开展阶梯认知、自主探究教学。本文提倡的数智化背景下“三层五环六策”方案，结合 VESTA 晶体建模软件、数字显微设备、智慧教学平台、VR 微观观察等数字化载体，融合认知梯度、闭环探究流程、数字化实施策略，直面当前小学科学课堂教学问题，强调数智融合教学，希望能够为小学科学教学数智化课堂建立提供实操案例。

关 键 词： 数智化；三层五环六策；小学科学；课堂教学路径

Exploring the Practical Application Path of the "Three Layers, Five Rings, Six Strategies" Model in Primary School Science Classroom Teaching Under the Context of Digital Intelligence

Zhu Sinan, Hou Yuefang
Zhongshan Primary School, Pingshan District, Shenzhen, Guangdong 518118

Abstract: With the ongoing advancement of China's educational digitalization strategy, primary school education has actively promoted digital-intelligent teaching reforms. Given that primary science curricula often cover abstract concepts such as air and dissolution phenomena, which limit students' cognitive development and hinder effective implementation of differentiated instruction, there is a growing emphasis on utilizing digital-intelligent tools to optimize classroom teaching and foster step-by-step learning and self-directed inquiry. The proposed "Three Levels, Five Rings, Six Strategies" framework integrates digital platforms—including VESTA crystal modeling software, digital microscopy equipment, smart teaching platforms, and VR-based microscopic observation—with cognitive progression models, closed-loop inquiry processes, and digital implementation strategies. This approach addresses current challenges in primary science classrooms, underscores the importance of digital-intelligent integration, and aims to provide actionable examples for establishing digitally-enhanced science teaching environments.

Keywords: digital and intelligent transformation;" Three Levels, Five Rings, Six Strategies"; elementary school science education; classroom teaching approaches

前言

随着我国教育数字化战略的不断推进，中国智慧教育白皮书（2024）明确了智慧教育全面落地的发展要求，提倡将 AI 仿真、大数据学情诊断、3D 建模等数智工具重构小学科学课堂生态。同时，《义务教育科学课程标准（2022 年版）》将宏观辨识与微观探析作为科学核心素养重点培育方向。从教学需求来看，人工智能技术和小学科学课堂融合可以应对教学模式单一、智能化不足等问题，依托智

课题来源：本文系2026年度中小学教师教育科研能力提升计划项目立项课题
课题名称：数智化教学指导小学科学微粒观培育“三层五环六策”教学模式实践研究
课题编号 :2026YQJK0199
课题来源：2026年度中小学教师教育科研能力提升计划项目立项课题
课题名称：数字化赋能下小学科学与劳动教育跨学科融合的实践路径研究——基于“五维三阶”教学模式的构建与应用
课题编号 :2026YQJK0200
课题来源：2026年广东省深圳市坪山区2026年度教育科学规划课题
课题名称：AI驱动小学科学长周期实验模拟工具开发与应用研究
课题编号 :PSGHZX2026100

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

能技术可革新课堂教学模式，构建小学智慧课堂[1]。同步分析传统教学局限性，新时代小学课堂教学模式亟待转型，在实践性教学模式下力求改变，需要创新教学，开展课堂教学创新和优化[2]。同时，小学教学课堂形式固化，立足于教学课堂创新，开展趣味性和专业性教学，能够提质增效[3]。“三层五环六策” 模式立足宏微认知转化规律，开展认知、闭环探究以及数字化活动等内容，重塑小学教学课堂。现分析 VESTA 建模、数字显微、智慧教学等在小学科学教学运用价值，具体如下。

一、“三层五环六策” 模式理论架构研究

（一）小学科学课堂技术支持和内涵

现代化信息技术能为小学科学课堂教学赋能，可解决小学学科实践可视化弱、操作性不足等问题，可以提升学生实践探究能力，创新智能化课堂[4]。数字化课堂依托于多技术支持，依托大数据、互联网、虚拟仿真等技术，融合软硬件，教学资源等内容，可为学生构建学情诊断以及情境创设教学，还能够满足教学后评价目的。新课标下信息技术学科教学育人围绕学生信息素养、思维创新、实践能力优化等内容，通过创新教学方法，可为核心素养导向下小学信息技术改革提供实践依据[5]。对此，基于“三层五环六策”以及微观教学场景，数智化支撑，需要如下技术支持。第一是满足底层技术支持，要求借助 AIGC 技术模拟微观粒子运动，分析学生课堂行为，利用技术分析教学难点。第二是提供资源支持，小学科学课堂内嵌神秘科学、宇宙空间、技术和工程运用等领域搭配3-6年级微观主题数字资源库，内嵌虚拟仿真实验、梯度题库。第三是满足智慧教学平台，要求满足课堂交互教学，智能追踪评价和测评体系。最后是服务层，结合学生学情个性化分配教学任务，开展数字化记录，AI答疑等多功能综合测评。目前，课堂可配置 BOS 教学平台、VESTA 晶体可视化建模软件、高清数字显微镜、班级优化大师、问卷星等教学工具满足教学需求。

（二）“三层五环六策”教学设计

“三层” 依托布鲁纳表征系统理论、John Stone 宏微认知三角模型搭建，结合认知阶梯规律，其中第一层为宏观层，作为动作表征，让学生能够结合宏观现象进行自主探究；第二层为介质构层，利用数值工具，如2D动画、VR沉浸式设备，将抽象微粒转化为直观可视化模型，可以将抽象内容具体化；第三层为建模认知阶段，目的是让学生能够利用模型、符号来解释现象，可引导其独立使用软件，解释宏观、微观规律。

“五环”即为“提出问题 — 观察记录 — 工具探究 — 推理建模 — 解释迁移”教学流程，对接宏观感知环、特征描述环、工具中介环、类比推理环、微观解释环，完成教学目的。通过提问来分析宏观感知现象采集，形成课堂探究前提；利用观察记录来进行实验分析，汇总物质特征信息；在工具探究阶段利用数值显影以及 VR 仿真技术来构建微观结构，搭建认知桥梁；推理建模能够依托于数字化分析，对比物质结构差异；解释迁移时候能够让学生解释宏观实验，让其具备知识理解、转述能力。

“六策”；立足于三成认知、五环流程，在小学课堂阶段落实教学活动，完成数智化教学目的。“六策”分别如下：①自然观察会：构建宏观感知基础，结合数字素材进行自然观察。②现象记录站让学生利用数字化工具记录实验现象，汇总数据。③显微实验室可提供数字化显微观察透明，VR 沉浸式观察，学生能够直接观察微小物质。④ VESTA 建模器为学生提供自主建模基础，其可以利用软件制作模型。⑤微观模型博物馆汇总学生的建模作品，让学生相互测评和交流，作为教学记录。⑥科学知识课堂：可结合课程内容建立微课，形成知识课堂，实现知识分享。

二、数智化赋能“三层五环六策” 模式课堂融合

（一）大数据融合，创新教学课堂

传统小学科学课堂中小学想象力培训不足，结合课堂引导、教学活动和教学任务探究提出针对性的教学策略，能激发学生创新潜力，让学生科学思维、想象力协同发展[6]。利用数智化平台开展课程前收集学生学情，构建学情雷达，了解学生想象力、认知等不足，以此来规划基础、提升、扩展教学路径。在课堂中，利用同步答题分析、实践操作，实时观察学生的学习情况，推动差异化探究任务；同时，利用多媒体、图文、音视频融合教学，能够构建学习场景，丰富教学资源，优化互动教学模式，提升整体课堂教学质量[7]。按照教学基础要求，也可为学生推送仿真动画，扩展 VESTA 软件全功能创作权限，满足学生创新教学需求，激发其想象力和自主探究能力。

（二）使用中介工具，打破认知误区

小学生认知存在局限，无法及时转换微观和宏观关系，在人工智能时代发展背景下，智能技术也对小学科学教学带来机遇和挑战，教学手段需要顺应时代发展，保持素养培育初心，为人工智能时代小学科学高质量、可持续发展提供思辨支持[8]。利用 VESTA 建模软件可 360° 旋转晶体结构、拆分粒子组合，联合微观放大镜可以观察粒子微小结构以及活动过程，联合 VR 技术提供互动体验，让学生能够感受微观和宏观关系，提升其宏观和微观思辨、探究能力。

（三）构建数字流，开展多元教学评价

“互联网 +”背景下的小学教学能够突破 传统教学桎梏，整合线上线下教学资源，提升课堂教学开放性、创新性[9]。利用数智化技术，创新教学评价体系，完成多元综合评价。在小学科学教学时依托级优化大师、问卷星、BOS 智慧教学平台采集课前、课中、课后全流程学习数据，结合 CIPP 课程评价模式构建四维评价体系。可完成课前学情分析，教学评价研究、测评分析等分析学生基础情况。人工智能技术和小学科学课堂深度融合，可满足课堂导入、知识讲解、实验探究等教学需求，推动小学课堂智能化和创新化发展[10]。课堂期间利用五环模式开展教学探究，记录

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

学生小组协作、实践操作以及模型评价等表现，后期利用平台也完成了习题练习、课堂建模以及互动。教师也能够利用相关数据来同步跟踪学生的学习成绩和课堂互动行为，实现形成 “教学 — 评价 — 反馈 — 改进”PDCA持续质量改进闭环。

（四）融合教学资源，扩展教学内容

在教学课堂中，利用小学智慧教育平台可构建虚拟实验库，AI微课生成，线上微观博物馆等活动，可以在有效的课堂时间内为学生提供全面、综合的教学体验。课堂教学完成后，学生可进入现象记录站补充观察记录，持续观察微观、宏观现象；利用“VESTA 建模器” 拓展晶体创作，生成晶体作品，提升学生的互动感和参与感，价值感。数字资源打破传统教学和时间和空间的限制，可扩展学生思维，同步进行 “科学知识讲堂” 开展跨学科交流，实现六大数字策略，让教学延伸到课前、课堂、课外，让学生在课堂、生活中不断探究，不断钻研，形成科学

三、“三层五环六策” 课堂实例研究

技术迭代能够赋能小学课堂教学创新，为智能设备在小学科学课堂常规化运用提供参考借鉴[11]。现基于数智化技术在小学科学教学运用进行研究，按六年级《盐的奥秘》微观主题教学为例，践行“三层五环六策”流程和内容，具体如下。

（一）进行课前分层分析，确定三层认知教学

教学前，教师利用问卷星发布预习任务，了解学生学习前的学习情况，分别实现三层认知梯度分析，基础层即为了解食盐宏观外观、提升层即了解食盐溶解现象；扩展层表示分析溶解背后微观变化原因。教学平台统计答题率，生成学情雷达图，可以自动划分学生学习能力。利用 BOS教学平台分层数字资源，分别对学生推送食盐特征、溶解仿真动画、晶体科普视频。同步提供 VESTA 软件入门教程和模拟小试题。学生可以在线上提供观察记录。教师在教学后台了解学生学习情况，掌握班级学生高频认知误区和疑难点，确定“五环”探究要点，部署教学路径。

（二）闭环五环探究，落实六策路径

围绕“五环”教学开展分阶段创新教学研究。在宏观感知环提供自然观察活动，让学生用微距摄像头拍摄食盐、白糖、石头等外观照片，同步上传现象记录站完成探究任务。让其描述物质的颜色、颗粒大小，对比不同材质的宏观特点；逐步分析放入水中的溶解速度，大小情况，记录宏观变化。让学生分析食盐融入水内消失，物质不见了。进行下一步微观探究主题。在特征描述环节，教师让学生同步记录溶解实验的现象和结果，包括颜色变化、溶解时间，线上共享数据，自动生成溶解速度对比图，输出记录。此基础上分别生成观察记录记录表，进一步增加同条件温度变化、搅拌因素对溶解的影响，让学生分析外界环境对食盐溶解速度影响。在工具中介环，课堂使用数字化微观实验投屏，让学生观察食盐的晶体变化，逐步探究晶体的集合心态、对比白糖的结构差别，让学生感知微观世界，促进宏观到微观过渡。类比推理环利用 VESTA 建模器，教师提供食盐晶体模型，让学生分别研究食盐晶体特点，溶解期间晶体数量变化，同步对比白糖模型，对比不同模型的差异。也建议学生保留自己的模型，上传模型库，进行学生间对比。在微观解释环节，课堂上观察微观模型博物馆，同步投屏展示学生的个体作品，进行教学评价。可邀请学生说明食盐晶体特点，溶解时候的粒子运动分散、活动表现，教师引导推理出温度、搅拌等对微观粒子活动速率影响。

（三）落实课后延伸，开展探究测评

基于“六策”要求构建知识课堂体系，整合教学资源，依托 AI 工具设计课堂后探究任务，延伸教学。掌握基础知识后，引导学生利用 VESTA 建模器来优化自己的晶体，附加说明，实现知识优化升级。此外，按照 CIPP评价体系，可构建课前输入评价分析，了解学生对晶体知识的掌握情况；在课堂中，利用班级优化大师记录小组协作和实验操作内容，保留 VESTA 建模作品，记录观察情况。课堂后可分析习题正确率，对比微观测评情况，总结教学数据，精准定位教学不足之处，逐渐优化教学资源和教学方法。落实“教学 — 评价 — 反馈 — 改进”PDCA持续质量改进闭环。

四、结语

“三层五环六策” 教学模式依托于智慧教学平台、数字化微观显微设备、 VESTA 建模软件，立足于教育数智化转型时代背景，为小学科学教学改革提供思路、工具。该教学模式将微观知识具象化、能够解决学生理解能力不足，缺乏递进认知指导等问题，能够调动学生自主探究和创新学习能力，满足学情研判、成果评价教学需求，助力我国素质教学落地，为培育学生科学思维奠定基础。

参考文献

[1]徐长乐 . 人工智能技术支持下小学科学智慧课堂的构建路径 [J]. 亚太教育 , 2026, (7): 14-16.

[2]王华 . 小学课堂教学方式转变的实践研究——评《小学课堂教学的创新方法与技术研究》[J]. 西安文理学院学报 (社会科学版), 2025, 28 (2): 113.

[3]梅雪晶 . 创新小学音乐课堂教学的思考：理念、模式和方法 [J]. 华夏教师 , 2025, (1): 82-83.

[4]江丽婷 . 物联网技术助力小学科学课堂教学的路径探索——以“智能小温室”实验实践为例 [J]. 教育观察 , 2025, 14 (2): 113-116.

[5]周建敏 . 核心素养视角下的小学信息技术教学创新与实践 [J]. 华夏教师 , 2024, (36): 117-119.

[6]王昭 . 小学科学课堂中培养学生想象力的策略 [J]. 亚太教育 , 2024, (23): 1-3.

[7]沈颖 . 运用多媒体技术优化小学英语课堂教学的策略研究 [J]. 英语广场 , 2024, (S1): 47-50.

[8]李律锌 . 人工智能时代：小学科学教育的思变、应变与不变 [J]. 齐齐哈尔师范高等专科学校学报 , 2022, (6): 1-4.

[9]韦秀梅 . 小学信息技术课堂的“互联网 +”教学实践研究 [J]. 中国新通信 , 2022, 24 (13): 161-163.

[10]张龙 , 林宏宇 . 牵手人工智能 助力小学科学课堂教学 [J]. 中国现代教育装备 , 2021, (22): 21-23.

[11]赵伟新 . 用技术的力量促进教学方式的变革——从赛灵格系统迭代更新看小学科学课堂教学的变化 [J]. 科教导刊 , 2021, (18): 132-136.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.