

技术赋能教育下 STEM 融合的小学创客教育跨学科教学实践

——以智能小车项目为例

Interdisciplinary Teaching Practice of STEM-Integrated Primary School Maker Education

Enabled by Technology:A Case Study of the Smart Car Project

曹柯琪, 吴晓庆, 张晓晴
浙江工业大学教育学院
浙江省杭州市建德市新安江第二小学
2776937050@qq.com

【摘要】为解决小学创客教育学科割裂、缺乏系统模式等问题,本文以 STEM 融合为视角,结合新安江第二小学三年智能小车竞赛经验,采用混合研究方法,探究科技赋能下小学创客教育跨学科教学模式的设计与应用。研究以五年级学生为对象,通过 16 课时项目实践,依托“做中学”“建构主义”理论,融入数字工具辅助教学,构建“知识学习 - 造物实践 - 竞赛应用”体系。结果表明,该模式可显著提升学生 STEM 核心能力,同时促进教师跨学科教学与创客指导能力发展。研究弥补了县域小学竞赛场景实证空白,为 STEM 与创客教育的深度融合提供可推广的本土化实践范式。

【关键词】STEM 教育; 创客教育; 跨学科教学; 智能小车

Abstract: To address disciplinary fragmentation and the lack of a systematic model in primary school maker education, this study adopts a STEM integration perspective, draws on three-year intelligent car competition experience at Xin'anjiang No.2 Primary School, and uses mixed research methods to explore the design and application of interdisciplinary teaching models in primary school maker education empowered by technology. Targeting fifth-grade students, the study adopted 16 class hours of project-based learning based on "learning by doing" and constructivism, integrated digital tools for teaching support, and constructed a system of "knowledge acquisition - creative practice - competition application". Results show this model significantly improves students' core STEM competencies and enhances teachers' interdisciplinary teaching and maker guidance capabilities. It fills the empirical gap in county-level primary school competition scenarios and provides a promotable localized paradigm for the in-depth integration of STEM and maker education.

Keywords: STEM education, maker Education, interdisciplinary teaching, intelligent Car

1. 引言

在国家创新驱动发展战略下,科技赋能教育成为基础教育改革趋势,培养跨学科实践与创新思维人才已成为基础教育核心目标(Hyeon S E, Lee S, 2016)。《义务教育信息科技课程标准(2022 年版)》明确“跨学科融合”“实践创新”要求,将创客教育、工程实践纳入小学教学,为 STEM 理念落地提供政策支撑。STEM 教育的多学科整合核心与创客教育“动手实践、探究创新”特质天然协同,二者结合是科技与教育融合下,推动信息科技教学改革、培育学生核心素养的重要路径。小学是学生思维与创新能力发展的关键期,智能小车项目作为典型创客载体,涵盖多领域知识,为 STEM 理念落地提供具象化科技实践场景。当前小学创客教育存在学科割裂、重技术轻素养等问题,科技应用与教学融合不足,难以实现 STEM 教育的价值。当前,竞赛导向的智能小车项目已积累实践经验,如何基于 STEM 视角转化为系统化跨学科教学模式、实现“以赛促教”并提升教师创客素养,是亟待探索的课题。基于此,本文以新安江第二小学五年级智能小车项目为研究对象,结合该校三年竞赛培训经验,聚焦 STEM 融合视角下小学创客教育跨学科教学模式的设计与应用,探索科技赋能下 STEM 的落地方式,为相关实践提供可借鉴范式。

2. 文献综述

2.1 核心概念界定

2.1.1 STEM 教育

STEM 教育是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)四门学科的英文首字母缩写,其核心理念是通过跨学科整合,培养学生的创新能力和解决实际问题的能力。STEM 教育起源于美国,最早由美国国家科学委员会在 1986 年提出,旨在通过整合科学、技术、工程和数学领域的知识与技能,培养同时具备跨学科思维和实践能力的复合型人才。随着全球教育改革的推进,STEM 教育逐渐成为各国教育改革的重要方向,尤其是在培养创新型人才和应对未来社会挑战方面发挥了重要作用。

STEM 教育理念强调在开展教学活动时,要注意从不同学科内容出发,引导学生思考和学习相关知识(张梅, 2024),是一种跨学科学习的教育理念,培养学生的主动性和实践性。

《义务教育科学课程标准(2022 版)》延续了“技术与工程领域”的课程内容,并指出小学阶段应注重围绕 STEM 教育理念,培养学生综合能力素养,开展教学活动。

2.1.2 创客教育

创客(Maker/ Hacker)起源于美国,2001 年美国麻省理工学院比特原子研究中心成立 Fab Lab(微观装配实验室),被认为是创客理念起点。由克里斯·安德森在《创客新 工业革命》一书中首次提出“创客”(王光明,卫倩平,赵成志, 2017),美国也是最早实施创客教育的国家,强调校内外教育结合,建设创客空间与项目以培养孩子信心和创造力。国内对创客教育的划分有多元视角,杨现民将其分为“创客的教育”——开设专门课程、建创客空间培养创客人才与“创客式教育”——将创客理念融入学科教学;教育专家委员会 2016 年明确其为基于学生兴趣,运用数字化技术、提倡造物与分享的素质教育(杨现民, 2015)。综上,本研究认为创客教育是教师依托特定情境,通过项目式学习培养学生创新与问题解决能力的造物活动。

2.2 理论基础

2.2.1“做中学”理论

“做中学”是美国学者杜威教学方法的基本原则,主张以实践活动积累知识经验,实现做学结合、知行统一,强调活动中引导学生关注关联知识体系,建立知识与经验的联结(约翰·杜威, 2012)。中小学创客教育立足此理念,依托创客空间与资源,以项目式学习为载体,为学生提供“边做边学”的实践机会(田友谊,姬冰渐, 2019)。学生通过自主探究、动手造物,可有效提升跨学科能力、问题解决能力及合作交流能力,是促进人全面发展的活动。

2.2.2 建构主义理论

建构主义以皮亚杰、维果斯基思想为基础,核心是学习者通过与环境交互主动建构知识意义,涵盖知识观、学习观、教学观三大维度。知识观强调知识的动态性,非客观世界的精确表征;学习观注重学生原有经验,凸显学习的主动建构性、互动性与情境性;教学观主张依托问题情境与小组探究,引导学生有意义建构知识以解决实际问题。其教学主张与创客教育跨学科能力培养高度契合,可通过真实情境创设与小组合作,助力学生整合多学科知识、深化应用,是创客教育培养跨学科能力的重要理论基础。

2.3 国内外研究现状

2.3.1 国外研究现状

国外 STEM 创客教育研究起步早、体系成熟,契合建构主义与“做中学”理论,美、英、德及日韩形成特色实践模式,构建“理念-路径-资源”三位一体框架,凸显学生主导、教师引导逻辑。同时证实智能小车等硬件载体可通过 PBL 教学落地 STEM 理念,形成“实践-反思-提升”的能力发展路径,为小学硬件项目设计提供理论与实践参考。

2.3.2 国内研究现状

国内研究依托课程标准推进,学界认可 STEM 与创客教育的融合价值及智能小车的跨学科育人属性,杨现民、钟柏昌等学者明确创客教育核心理论(杨现民, 2015),李婷、梁翔宇以智能小车为载体验证育人成效并探索教学策略(梁翔宇, 2025)。但研究尚存诸多不足:课程知识拼凑、实施资源不足,多聚焦单一项目且缺乏长效推广机制;智能小车研究多面向

初高中，小学适配性实证匮乏，对计算思维与工程实践能力的协同发展探讨不足；县域小学、竞赛场景的本土化实证研究尤为空白。

2.3.3 研究述评

学界已证实 STEM 与创客教育的融合价值及智能小车的育人有效性，但现有研究仍有显著短板：缺乏 STEM 视角下系统的跨学科教学模式及理论支撑，未形成“项目实施-教师素养-学生能力”协同分析框架，县域小学、竞赛场景的本土化可推广范式稀缺。基于此，本文以新安江第二小学五年级智能小车项目为载体，探究 STEM 融合视角下小学创客教育跨学科教学模式，弥补研究空白。

3.研究设计与方法

本研究以新安江第二小学智能小车项目为核心载体,聚焦 STEM 融合视角下小学创客教育跨学科教学模式的设计与应用,采用质性研究、案例研究与量化 + 质性结合的混合研究方法,系统探究项目实施路径、教师创客素养发展及学生 STEM 核心能力提升成效。

3.1 研究对象

本研究采用目的抽样法，选取新安江第二小学与智能小车项目直接相关的信息技术教师与参与该项目的五年级竞赛培训学生作为研究对象。

3.1.1 教师对象

选取新安江第二小学参与智能小车项目教学与竞赛指导的 4 名教师作为访谈与研究对象，涵盖信息技术、科学、数学三门学科，其中信息技术教师 2 名、科学教师 1 名（负责电路原理、传感器知识指导）、数学教师 1 名（协助路径规划、参数优化教学）。该批教师均具备 2-3 年智能小车竞赛培训经验，全程参与项目课程设计、学生指导、竞赛组织等环节，熟悉项目实施全流程，其创客素养的发展轨迹与教学困惑能为研究提供核心质性数据。

3.1.2 学生对象

选取该校五年级参与智能小车竞赛培训的 20 名学生作为研究对象，涵盖 4 个班级，其中男生 12 名、女生 8 名。该批学生均通过班级选拔参与培训，无提前编程或工程实践基础，培训周期为一个月（4 周，每周 4 课时，共计 16 课时），全程参与 Scratch 编程、车架拼装、电路连接、功能调试及竞赛模拟等环节，其能力发展变化能全面反映项目教学成效。

3.2 研究方法

本研究结合研究问题与对象特征，采用多种研究方法互补验证，确保研究的全面性与可信度，具体方法如下：

3.2.1 半结构化深度访谈法

本研究通过半结构化访谈了解目前 STEM 融合视角下小学创客教育的教学现状、教师创客素养发展情况以及教师在教学中的经验和困难。访谈对象为上述 4 名教师，访谈时间安排在项目培训中期与末期，分两轮开展，每轮访谈时长 20-30 分钟，全程录音并转录为文本，确保原始数据完整。访谈过程中采用提问法，针对教师提及的典型病例、困惑进行深入挖掘，确保获取的数据真实、具体、有深度（王振越，2024）。

表 1 访谈提纲的维度与题项

维度	题项
STEM 融合创客教育的教学现状认知	1
教师创客素养的发展现状与变化	3、6
项目实施中的经验与有效策略	4
教学实施中的现实困难与挑战	2、5
STEM 融合创客教育的优化建议	7

3.2.2 案例研究法

本研究以新安江第二小学智能小车项目为案例,从“设计-实施-评价”全流程构建 STEM 融

合跨学科教学模式。采用课堂观察、资料分析、成果梳理等方法，提炼实践策略与可推广的教学框架，为同类项目提供参考。

3.2.3 混合研究法

本研究采用量化数据与质性分析相结合的混合研究法，评估学生 STEM 核心能力提升成效。通过能力量表对 20 名学生开展前中后三次测试，并结合作品分析、师生访谈与课堂观察，实现数据与案例双重验证，弥补单一方法局限。

表 2 学生 STEM 能力发展量表

评价维度	具体指标	评分标准（1-5 分）	数据来源
科学探究	能观察小车运	5 分：主动观察并能准确教师观察记录 + 学生实行现象，提出问解释；3 分：能观察但解验日志题并尝试用科释不清晰；1 分：无观察学原理解释与解释行为	课堂录像 + 学生实
技术应用	能正确使用搭	5 分：独立解决复杂技术课堂录像 + 作品调试记建工具，识别并问题；3 分：能解决简单录解决小车电路、问题但需提示；1 分：无传感器等技术法识别或解决技术问题问题	课堂录像 + 作品调试记
工程实践	能设计小车结	5 分：自主完成设计 -设计图纸 + 实物作品 + 构，并动手搭搭建 - 迭代优化全流教师观察建、调试优化程；3 分：能搭建，优化需指导；1 分：无法独立搭建	设计图纸 + 实物作品 +
数学思维	能运用测量、计	5 分：主动用数学计算优实验数据记录表 + 小组算调整小车参化性能；3 分：能按要求汇报数（如速度、轮进行简单计算；1 分：不距）会用数学方法解决问题	实验数据记录表 + 小组
创新能力	能提出小车功	5 分：提出原创性改进并创意提案表 + 最终作品能或外观的独有效实现；3 分：能提出展示特改进方案改进但需协助实现；1分：无改进想法	创意提案表 + 最终作品
团队协作	能在小组中明	5 分：主动承担任务并积小组任务单 + 同伴互评确分工、有效沟极协作；3 分：能配合但表通，共同完成任参与度一般；1 分：不参与与小组协作	小组任务单 + 同伴互评

4. 智能小

车创客项目的 STEM 实践分析

4.1 智能小车项目概述

该项目是基于 STEM 理念的小学创客教育实践载体，依托 3 年智能小车竞赛经验，以跨学科整合与做中学为核心，适配五年级学生，构建“知识学习 - 造物实践 - 竞赛应用”阶梯式体系。项目以智能循迹小车为核心任务，涵盖 STEM 四大领域知识，融入 Scratch 编程教学案例，对标建德市科技节机器人个人任务赛规则与场地要求，通过 16 课时引导学生完成“设计 - 搭建 - 编程 - 调试 - 优化”全流程。项目以“竞赛驱动 + 素养导向”为双主线，融入生成式 AI 工具，强化 Scratch 编程与硬件实操的融合训练，突破传统创客“重技术、轻融合”“编程与实操脱节”的局限，实现“以赛促教、以造育能”，是县域小学跨学科创客教育的典型实践（梁翔宇，2025）。

4.2 智能小车项目的教学方案设计

4.2.1 教学内容分析

本项目核心任务为完成智能循迹小车的硬件组装与 Scratch3.0 可视化编程，实现小车按指定竞赛运动地图完成循迹、调速等基础任务，对标建德市科技节机器人个人任务赛器材规格与任务要求，难度中等偏上。学生已掌握 Scratch 基础积木拼搭、简单条件判断指令，但对“传感器检测 - 程序指令 - 小车运动”的联动逻辑掌握不足，且对竞赛式运动地图的路线规划经验欠缺。教学中结合《课间操》《废品回收》等 Scratch 教学案例，将其“触发逻辑”迁移至循迹小车实操案例，强化编程与硬件的适配训练，让学生在实操中理解编程逻辑与硬件运行的关联。

4.2.2 学科分析 —— 智能小车项目设计的 STEM 融合逻辑

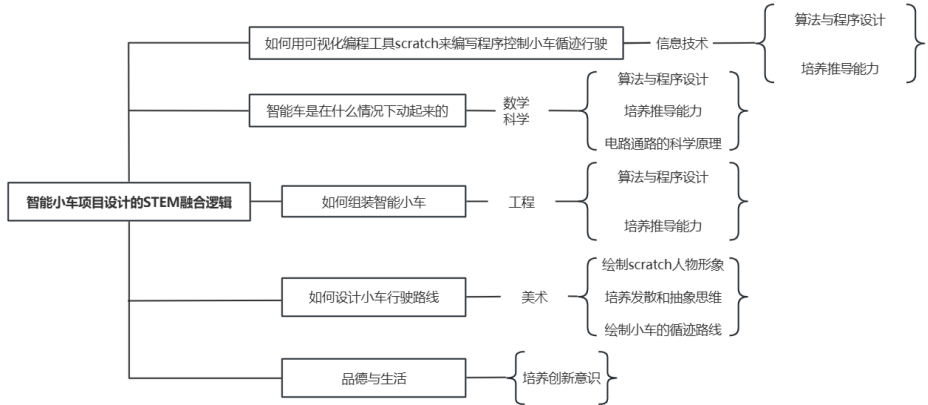


图 1 学科分析图

4.2.3 学习者特征分析

五年级学生熟练掌握 Scratch 编程并能创新应用，了解器材功能，具备基础审美绘画能力与逻辑思维，小组分工清晰，可独立判断程序准确性；该阶段学生正处于具体运算向形式运算阶段过渡，思维渐趋成熟，借助智能小车项目可有效培养其抽象思维、创新思维、动手能力与问题解决能力。

4.2.4 教学目标

结合小学“文化基础、自主发展、实践创新”三大核心素养与 STEM 融合属性，本项目教学目标为：学生能了解小车运动原理与传感器功能，循迹失败时主动排查问题；能完成硬件组装与 Scratch 编程，调试中结合数学复盘优化；在小组中主动协作分享，完成基础任务后尝试创意拓展。

4.2.5 教学过程设计

表 4 STEM 融合逻辑下的教学过程设计

编 号	教学内容	课 时	STEM 融合 逻辑	教师活动	学生活动
1	编程控制逻辑学习：如何用 Scratch 控制小车循迹	4	信息技术	讲解 Scratch 条件判断与循明确项目目标，认领小组任务；利用环积木，演示程序逻辑，借助 AIGC 生成的参考脚本进行模仿与二助 AIGC 生成编程案例辅助次创作教学。	
2	科学原理与数学支撑：智能车在什么情况下动起来	4	数学、科学	讲解“电路通路”科学原理；实验验证电路通断对小车的影响；计引导用数学思维分析“电机算基础运动参数。转速与小车运动”的关系。	
3	工程组装实践：	3	工程	演示车架、传感器的组装规完成小车硬件组装，解决结构适配问题；指导硬件与编程的适配题。	

如何组装智能小车

调试。

4 路线设计与 创意美化：2 美术 如何设计小 车行驶路线

指导绘制循迹路线的“发散绘制小车循迹路线图；参考 AIGC 生 / 抽象思维”方法；提供成的方案，设计小车的创意外观 Scratch 角色形象素材。

综合联调与
5 素养升华：3 多学科
品德与生活
(创新意识)

组织小组一起调整（编程 + 完成小车循迹全流程测试；分享项目硬件 + 路线）；引导总结项中的创新设计。

目中的创新点。

4.2.6 生成式 AI 工具辅助教学实施

为破解小学生编程入门难、逻辑理解慢、个性化指导不足等现实难题，本项目深度融入生成式 AI 工具辅助 Scratch 编程教学，贴合五年级学生认知规律开展分层教学与精准指导。教学中，利用 AI 自动生成适配智能小车项目的编程脚本、积木示意图与逻辑流程图，将抽象的控制逻辑转化为直观易懂的可视化案例，有效降低编程学习门槛；借助 AI 快速排查程序 bug、分析报错原因并给出通俗易懂的修改建议，显著提升程序调试效率与课堂节奏。针对不同基础的学生，AI 可自动生成差异化学习素材与任务单，兼顾基础薄弱生的巩固需求与能力较强学生的拓展提升需求；教师也可依托 AI 快速整理教学技巧、生成分层学案与个性化辅导资料，及时回应学生差异需求，弥补集体教学中指导不到位的短板，真正实现因材施教，推动智能技术与 STEM 跨学科教学深度融合、高效落地。

4.3 核心教学资源与案例实操

4.3.1 核心教学资源

为实现“编程 - 硬件 - 实操”的闭环落地,本项目以建德市科技节机器人个人任务赛场地为蓝本,设计智能小车竞赛式运动地图作为核心教学资源,并依托该地图嵌入 Scratch 编程案例实操,让地图既是“循迹载体”,也是“案例练习场景”。

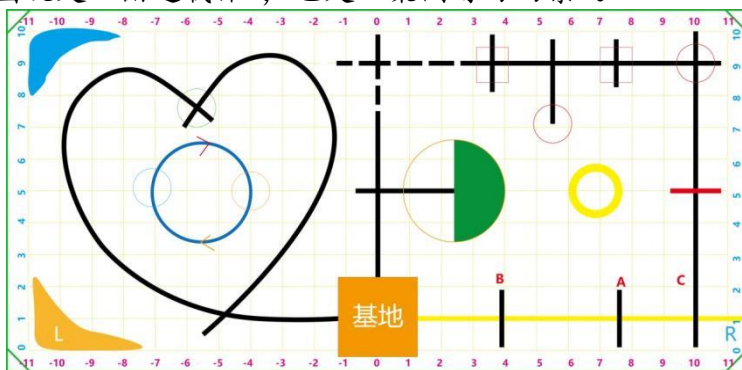


图 2 智能小车运动地图

4.3.2 案例实操与迁移——以《课间操》为例

教师以校园大课间为真实情境，设计 Scratch《课间操》动画创作案例。该动画的创作，以兴趣为出发点，以问题为导向，以任务为驱动开展教学活动，课堂上重视用问题引导学生思考，在编写程序脚本之前，引导学生先画出思维导图，再分析任务，注重训练编程思维。其“信号触发-动作同步-次数限定”核心逻辑可迁移至智能小车竞赛实操：将动画中“声音信号触发角色动作、按声音时长限定动作次数”，转化为“传感器侦测地图信号触发小车动作、按竞赛场地参数限定动作执行次数”，实现小车直道匀速、弯道定角度转向的精准控制，为智能小车 Scratch 编程与竞赛地图适配提供了实操思路与思维方法。

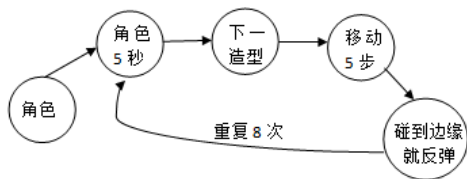


图 3 学生的思维导图

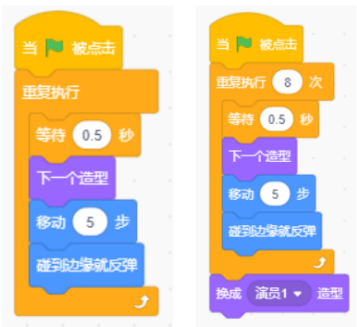


图 4 学生作品对比

5. 研究结果与分析

5.1 学生 STEM 核心能力的提升与实践问题分析

基于 STEM 核心能力量表测评，学生六大维度能力阶梯式提升，综合提升率 63.45%，技术应用维度提升最显著（89.47%）。经配对 t 检验， $t(19)=4.52$ ， $P<0.05$ ，差异具有统计学意义。学生在项目中掌握硬件搭建、编程与调试技能，可针对行车偏移等问题优化实践，实现技术与工程、科学与数学思维的融合，部分学生还能将审美设计融入创作。实践发现，学生在软硬件协同调试、跨学科应用方面仍有不足，后续将通过分层指导与专项训练改进。

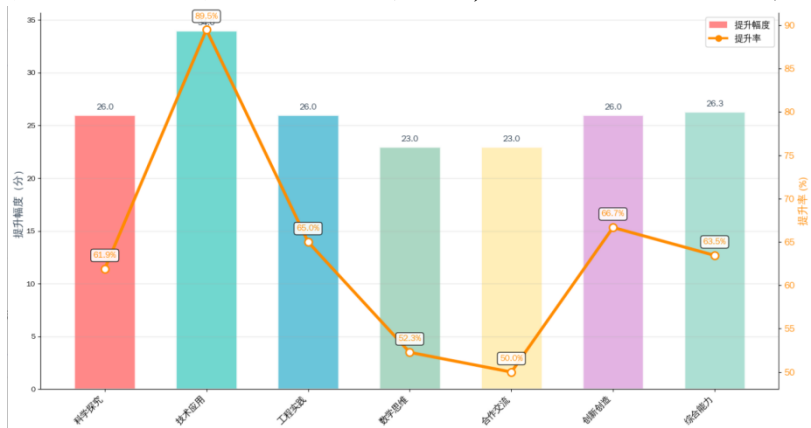


图 5 学生 STEM 核心能力提升综合分析

5.2 教师创客素养的发展成效

经访谈数据证实，教师在技术应用（如 Scratch 与硬件联动、AI 工具使用）、跨学科教学设计（多学科知识整合）、创新指导（引导学生创意落地）三大核心能力上实现显著提升。教师借助生成式 AI 工具为学生提供 Scratch 编程逻辑的个性化指导，初步培养学生的 AI 工具应用素养，践行科技增强教育的理念。两年竞赛培训经验加速教师成长，通过实战问题来不断弥补知识补漏，形成“问题-探究-迭代”的专业成长循环，教学能力从“被动掌握”转向“主动创新”。

6. 教学评价与实践优化

6.1 教学评价

6.1.1 评价核心维度

聚焦智能小车项目的核心成果，构建“作品质量+运行表现”双核心评价框架。作品评价侧重科学性、创新性与工程性；运行聚焦循迹精度、程序流畅性及参数合理性等维度来进行评价。

6.1.2 多元评价实施

强化同伴互评，制定量表引导学生从作品创意、运行稳定性、团队协作贡献等维度打分并提出改进建议，培养批判性思维与沟通能力；侧重过程性评价，以“观察记录+任务档案袋”追踪学生硬件组装、程序编写、调试优化全环节表现，弱化单一结果评价权重；推行个体内差异评价，对比学生项目初、中、后期表现，聚焦个体成长幅度；弱化总结性评价，将评价

融入调试即时反馈、阶段性成果展示点评等日常教学环节，让评价成为学习促进工具。

6.2 实践优化

课程与教学优化兼顾差异化需求与高效实施，以科学的任务设计和课时安排落地 STEM 理念：按“异质分组”组建 4-6 人学习小组，明确轮换角色保障全员参与，依学生基础分层设计任务，基础层聚焦小车组装与基础循迹编程，提升层优化编程逻辑提升运行稳定性，创新层鼓励开发声光联动、避障提示等特色功能，适配多元学习需求；合理分配硬件组装、编程学习、调试优化各环节课时，预留弹性时间支持自主探究，采用“集中讲解核心知识+分组精准指导”模式，结合跨学科问题链梳理知识内在联系，规避“拼盘式教学”，兼顾全体基础需求与个体个性化发展。

7. 结论与展望

本研究证实，以智能小车项目为载体的跨学科教学模式，有效实现了小学 STEM 教育与创客教育的深度融合，通过“做中学”“创中学”的实践路径，既推动学生 STEM 核心能力与创新实践素养显著提升，也促进教师跨学科教学与创客指导能力的成长，而学校硬件支持与教师协作是项目落地的关键，课时不足与教研机制不完善则制约其发展；未来将进一步扩大研究样本、拓展应用场景，优化跨学科教研与课程体系，推动竞赛导向的创客项目常态化融入校本课程，持续深化 STEM 与创客教育的融合成效，为小学创客教育的规模化、高质量发展提供可复制的实践范式。

参考文献

- 中华人民共和国教育部.义务教育科学课程标准：2022 年版，北京师范大学出版社。
- 王振越(2024).基于跨学科能力培养的小学创客教育教学策略研究.社会科学II辑，05.
- 王光明，卫倩平，赵成志(2017).核心素养视角下的跨学科能力测评研究[J].中国教育学刊，(07):24-29.
- 田友谊，姬冰澌(2019).重识中小学创客教育：基于杜威“做中学”思想的审视[J].教育科学研究，(12):53-58+66.
- 约翰·杜威(2012).民主与教育[M].薛绚，译.南京：译林出版社，2012:309、169、178.
- 张梅(2024).小学科学融合 STEM 教育理念的课堂实践研究[J].华夏教师(14)，88-90.
- 杨现民，李冀红(2015).创客教育的价值潜能及其争议[J].现代远程教育研究，(02):23-34.
- 梁翔宇(2025).小学中高年级人工智能实验与创客教育融合的实践探索——以智能小车项目为例[J].教育信息技术，53-56.
- HyeonS E, Lee S, Kim H J(2016).A Study on the Development. Teacher Training Programme for Maker Education---Iccepsy International Conference on Education and Educational Conference Future (pp.624-630). Future Academy Press.