

初中科学“守护‘睛’彩世界”跨学科项目化实践研究

上海市田林第三中学 陆瑜婕

一、引言

《义务教育课程方案（2022年版）》明确要求“加强学科间相互关联，带动课程综合化实施，强化实践性要求”^①，跨学科主题学习成为培育学生核心素养的重要载体。青少年近视防控已成为社会高度关注的公共卫生问题，2023年数据显示全国初中生近视率达71.1%^②，而学生群体普遍缺乏系统的科学护眼认知；与此同时，初中科学教学中仍存在学科知识壁垒明显、跨学科整合能力培养不足、实践创新与社会服务能力培育脱节等现实问题，学生难以将单一学科知识与真实生活问题联结，也缺乏知识转化与社会服务的意识和能力。

我校作为上海市儿童青少年近视防控示范校，立足区域教育需求与本校科学教学实际，以“守护‘睛’彩世界”为主题开展跨学科项目实践。我们组建科学、物理学科跨学科教学团队，通过多轮协同备课与课程整体设计，深度对接五·四学制科学六年级下册“脑与协调”与八年级物理“凸透镜成像规律”相关内容，以破解初中科学跨学科教学融合难、学生实践与社会服务能力培育弱的核心问题为导向，设计“制作可调节眼球模型和开展小学护眼科普”的实践链，引导学生从“知识学习者”转变为“健康传播者”。在实践中，我们既实现了跨学科知识的深度融合，也让科学探究、工程思维、社会责任等核心素养落地生根，为初中科学跨学科教学的校本化实施积累了实践样本。

二、项目目标：锚定核心素养的分层落地

（一）项目前期设计与准备

1. 项目育人目标

通过分析眼球的结构与功能，理解眼球各部分结构的协同运作机制，掌握视觉功能的实现原理。

通过分析近视成因、探究眼球成像相关问题，能基于事实进行合理推断与系统思考，精准剖析问题的本质与内在联系，形成条理化的思维路径。

通过可调节眼球模型制作、护眼宣传方案设计，能提出新颖独特且具有可行性的想法与解决方案，如模型制作中创新材料的运用、宣传方案中设计新颖互动形式，提升实践创新能力。

^① 中华人民共和国教育部.义务教育科学课程标准（2022年版）[S].北京：北京师范大学出版社，2022.

^② 国家卫生健康委，教育部.2023年全国儿童青少年近视防控监测报告[R].北京：国家卫生健康委，2024.

积极参与团队协作，主动倾听他人意见、发挥自身优势，高效推进项目实施，凝聚团队协作力；强化自身眼健康意识，主动承担护眼知识宣传责任，养成并向他人传播科学用眼的良好习惯，培育社会责任素养。

2. 学情分析

结合本校初中生的科学学科学习现状，学生已经具备基础的生物结构识别能力和对简单物理原理的认知；部分学生接触过 3D 打印、简易编程等基础技能，动手实践与表达意愿也比较强。但实际学习中也存在三个明显问题：一是不会把生物和物理的知识联系起来，无法将眼球结构的相关知识，迁移运用到凸透镜成像的物理原理学习中；二是做工程制作时，选的材料常常和要实现的功能不匹配，缺乏整体的系统设计思路；三是给低年级孩子讲知识时，转化和表达能力偏弱，开展护眼科普的针对性、适配性都不够。针对这样的学情，项目设计遵循知识整合、实践转化、素养提升的思路，一步步为学生搭建贴合的学习支架。

3. 跨学科教师协同备课与课程设计

为保障跨学科教学更顺畅、落地更有效，我校组建科学、物理学科跨学科教学团队，围绕项目开展多轮协同备课，一起完成课堂整体设计。教学团队明确两门学科的教学重点和融合点：科学学科主要讲解眼球结构、视觉形成等生物知识，同时指导学生做相关探究活动；物理学科则主攻凸透镜成像规律、光路折射等光学知识，配套设计好对应的实验与讲解环节。在此基础上，团队一起梳理跨学科知识的衔接点，设计把生物结构与物理原理结合起来的探究任务，共同确定出项目的实施流程和评价标准。结合学生的平时学习情况，提前预判在模型制作、知识融合时可能遇到的困难，提前设计好阶梯式的学习支架和具体的解决办法。

在备课过程中，教师团队也同步明确自身角色转变要求，从传统的知识授课者转向教学活动的设计者、教学资源的协调者与学生探究的引导者，全程为学生的跨学科实践提供专业支撑。

（二）挑战性问题

1. 本质问题：人类眼的结构与功能如何揭示科学用眼的必要性？
2. 驱动性问题：如何设计一个有趣且易懂的眼球模型，帮助小学生直观理解眼球的构造和护眼的重要性

三、项目实施

(一) 情境激活阶段：锚定真实问题，激发科学探究动力

1. 问题导入激活内驱力

本阶段从近视防控这一真实问题入手，展示全国初中生近视率相关数据，分享身边的近视案例，让学生真切感受近视防控的现实需求，进而引导大家自主提出“近视成因是什么”“眼球的成像原理是怎样的”“如何向小学生普及护眼知识”等核心问题，既有效激发学生的探究兴趣，也让大家清晰明确本次跨学科探究的核心目标。

2 任务规划明确实践方向

为了让学生带着责任感参与实践，我们为学生发放“科学护眼宣传大使”倡议书，让学生明确自身实践角色，加深对科学探究与社会责任双重目标的理解。随后组织学生以小组为单位，合作拆解驱动性问题。各小组结合自身特点制定项目推进时间线，教师团队还与学生一起制定评价量规，明确各阶段的核心目标和评价标准，同时鼓励各小组结合自身特长与兴趣，探索模型制作的新技术方法，为后续项目开展打好基础。

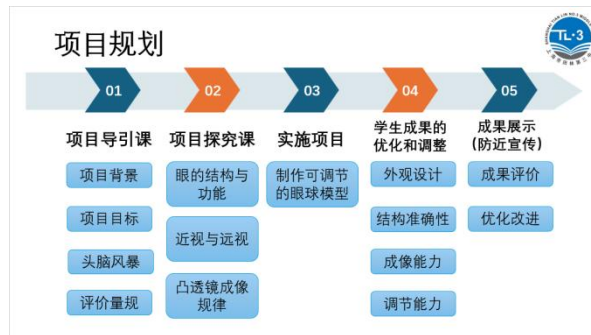


图 1 项目时间线

表 1 评价量规

评价维度	优秀 (10 分)	良好 (8 分)	合格 (5 分)	需努力 (2 分)
科学概念	1. 准确掌握眼球结构、功能及视觉形成过程 2. 清晰解释近视/远视成因及矫正原理 3. 结合生物与物理知识分析问题	1. 正确描述眼球结构与功能 2. 基本解释近视成因, 但存在少量错误 3. 应用部分学科知识分析问题	1. 说出部分眼球结构名称 2. 模糊认知近视成因 3. 学科知识应用较少	1. 结构与功能理解混乱 2. 无法解释近视成因 3. 未应用学科知识解决问题
数学计算	1. 精确计算模型尺寸、材料比例(如焦距与眼轴关系) 2. 数据记录完整且逻辑严谨	1. 计算基本正确, 存在少量误差 2. 数据记录较完整, 逻辑较清晰	1. 完成简单计算(如长度、比例) 2. 数据记录不完整或存在错误	1. 无法完成基本计算 2. 数据记录混乱或缺失
工程制作	1. 模型结构完整, 材料选择合理 2. 工艺精细, 团队分工明确高效	1. 结构基本完整, 能实现功能 2. 材料选择较合理, 工艺一般	1. 结构不完整, 能实现功能 2. 材料选择不当导致功能受限	1. 模型无法体现基本功能 2. 材料使用随意, 工艺粗糙
技术测试	1. 调节功能流畅, 能演示正常眼、近视、矫正过程 2. 技术问题解决迅速且有创新	1. 调节功能基本正常, 存在轻微卡顿 2. 能解决常规技术问题	1. 仅能演示单一功能(如正常眼成像) 2. 技术问题需教师协助解决	1. 模型无法正常工作 2. 技术问题未解决, 影响演示效果
宣讲评价	1. 内容科学准确, 互动形式新颖(如游戏、动画) 2. 语言生动, 材料美观完整	1. 内容基本正确, 存在少量错误 2. 互动形式较单一 3. 材料较完整, 排版一般	1. 内容存在明显错误 2. 缺乏互动, 讲解生硬 3. 材料缺失或信息模糊	1. 内容完全偏离主题 2. 未进行宣讲或效果极差

（二）观念建构阶段：跨学科整合，夯实科学核心观念

1. 聚焦双核心问题探究

本阶段围绕“眼球的结构与功能如何实现视觉形成”“凸透镜成像规律如何解释近视的光学原理”两大子问题，在跨学科教师协同指导下开展跨学科探究，打破生命科学与物理光学的知识壁垒，破解学生跨学科知识关联整合能力弱的学情短板。

2. 进阶任务建构科学认知

为了让学生一步步吃透知识，我们设计了从模型观察，流程梳理，实验探究，最后到原理迁移的进阶学习任务，层层递进引导学生理解跨学科知识：先让学生观察眼球解剖模型，亲手标注核心结构，填写结构功能对应单，再画出视觉形成的完整流程，在动手实操中建立“结构与功能相适应”的科学观念；接着用光具座开展凸透镜成像实验，让学生自主动手操作、记录数据，探究成像规律，再通过光路绘图，把眼球的晶状体、视网膜和实验中的凸透镜、光屏对应起来，建立直观的跨学科类比认知；最后引导学生结合生物结构特点和物理成像原理，自主梳理、推导近视形成的生理和光学原因。

在这样一步步动手、思考、推导的过程中，学生慢慢打通了生物和物理的知识隔阂，也在实操中初步学会了收集实验证据、分析问题并进行逻辑推理。

（三）实践创新阶段：模型设计与科普转化

1. 眼球模型工程化制作与创新

本阶段的核心任务是可调节眼球模型制作与护眼科普方案设计，旨在锤炼学生的工程思维与知识转化表达能力，破解学生工程制作能力不足、科普实践针对性弱的问题。

在眼球模型制作环节，我们利用学校实验室现有材料，为学生准备多样化的材料，引导学生挑选、搭配、设计，并在不断尝试中修改完善。学生根据材料特点反复尝试并修改，比如泡沫球形状接近巩膜，也容易加工上色，被选为主材料，水透镜、F型光源、丙烯马克笔上色的塑料膜等材料等，也能模拟眼球各结构。在一次次尝试中，学生能体会到细节对科学实践的重要性。同时我们组织跨组会诊，共同解决模型制作中的技术难题，在实操中培养学生的材料筛选、问题解决能力。培养学生材料筛选、问题解决与系

统设计的工程思维^③。有的小组结合自身 3D 打印和编程的优势，还有小组将单片机兴趣用了进来，通过写程序、装电动调节部件，实现晶状体曲度和视网膜位置的灵活调控，能清楚演示近视、远视的成像过程，成为模型制作中的创新亮点。模型制作中也遇到很多困难如体积大、运输难、水透镜调焦距费时间、还容易漏水等问题，但各小组都齐心协力，大家各抒己见分享解决方案，顺利完成了模型的拼装、调试与优化，真正体现了团队合作的力量。

2. 护眼科普方案设计与转化

在护眼科普方案转化中，结合小学生认知规律开展学术术语儿童化转化训练，开发“观察体验、游戏实践、创作表达”三阶互动科普模型，让学生掌握受众导向的知识转化与表达方法，为后续社会服务阶段奠定实践基础。本阶段让学生实现了从跨学科知识建构到实践创新应用的进阶。

四：请为眼球模型选取合适的材料

模拟结构	材料、数量	选择原因

五：请结合上表，为你的眼球模型画一张设计图。确保设计图准确、详细、清晰，并包含材料清单、组装步骤、功能描述。

设计图

简述组装步骤，确保可操作性。

图 2 任务单 3

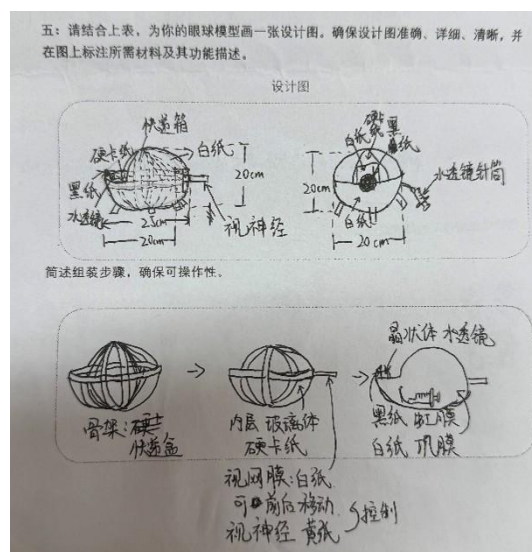


图 3 学生设计稿

(四) 社会服务阶段：成果输出与实践检验

1. 走进小学，科普实践落地应用成果

作为项目的重要实践环节，我们组织学生走进徐汇区求知小学，开展完整的护眼科普宣讲活动。各小组带着自己制作的眼球模型，通过模型演示、互动游戏、知识问答等丰富形式，将前期的探究成果与科普方案落地应用，在实践

^③王超群，融合设计思维培养的 STEAM 教学模型设计与应用研究[D]. 南宁：南宁师范大学，2021.

中推动学生从知识实践者向社会服务者转变。

2. 收集反馈，优化完善实践成果

科普活动结束后，教师组织学生系统收集小学生的反馈意见与合作学校教师的点评建议，梳理形成《成果优化清单》，并据此对眼球模型与科普宣讲方案进行二次迭代优化，让项目成果更具实用性与适配性。

在真实的社会服务中，学生不仅锤炼了现场应变、沟通表达能力，更深刻体会到科学知识的社会应用价值，社会责任意识得到进一步培育。。

（五）反思迁移阶段：素养沉淀与能力升华

1. 多维度自主反思总结

学生结合评价量规、反思日志、跨组互评单，从“科学概念、数学计算、工程制作、技术测试、宣讲评价”五大维度进行自我剖析。学生在反思中充分总结选材、制作、宣讲各环节的收获，深刻领悟到科学探索需要耐心与细心、团队协作是攻克难题的关键，也切实感受到知识传播带来的价值感与成就感。

2. 提炼实践经验

跨学科教师团队与学生共同开展项目复盘，提炼出跨学科探究、工程实践、科普传播、团队协作四大维度的可迁移实践经验：面对跨学科问题，可先将核心问题拆解为不同学科的子问题，找准学科间的融合关联点后，开展跨学科联动探究；进行工程制作类实践时，遵循从原型设计、技术测试优化，到跨组交流研讨解决问题、再完成二次迭代的完整流程，通过多轮打磨保障实践成果的功能性；开展低学段科普活动时，紧扣术语儿童化、形式互动化、内容生活化的原则，贴合小学生的认知特点设计科普内容与形式；开展小组合作时，依据组员的特长进行分工，在实践中保持实时沟通，针对遇到的问题共同研讨解决，提升团队协作的效率与效果。

四、实践成效与反思

（一）核心成效：精准对标问题，全面达成项目育人目标

依托“守护‘睛’彩世界”校本跨学科实践项目，在跨学科教师协同备课与课程设计的支撑下，前期提出的三大核心教学问题得到有效解决，项目育人目标全面达成，学生在学科融合、实践创新、社会践行三个维度实现全方位成长，初中科学跨学科核心素养得到有效落地与提升。

1. 学科融合进阶，夯实科学认知基础

在跨学科教师的一起指导下，学生慢慢打通了生物与物理光学的知识隔阂，把眼球结构、视觉形成这些生物知识，与凸透镜成像、光路折射的物理原理真正结合起来。学生不仅能讲清近视成因背后的科学道理，还能运用融合后的知识分析日常护眼行为的科学依据，这就实现了从零散识记知识点，到灵活运用不同学科知识的进阶。另外在挑选材料，制作模型过程中，学生的科学探究能力也得到了锻炼，慢慢养成了注重细节、耐心尝试的科学态度。

2. 实践创新提升，锤炼综合能力素养

项目实践的整个过程中，从可调节眼球模型的材料选配、模块设计到反复打磨优化，再到结合小学生的认知特点设计护眼科普内容、琢磨互动形式，最后走进小学现场宣讲，学生全程参与其中，完成了从设计到落地再到优化的完整实践。不少小组还发挥特长，把个性化技术用到了智能眼球模型的制作中，能直观动态地演示出近视、远视的成像和矫正过程。学生将自己的兴趣和学科实践结合起来，在动手实操中锻炼了工程设计、解决问题的能力，科普宣讲时也提升了现场应变的本领；而在小组合作攻克难题的过程中，真正实现“做中学、用中学”的实践创新提升^④。跨学科教师协同备课与指导，也让学生的跨学科探究更具方向性，有效突破了知识融合与实践制作中的难点。

3. 社会践行落地，培育责任价值观念

在“护眼宣传大使”的角色体验中，学生完成了从科学知识被动学习者到主动传播者的身份转变。从最初宣讲时的紧张怯场，到在小学生的专注眼神中逐步建立自信，学生在走进小学开展科普的过程中，不仅让低年级学生理解了护眼知识、建立了科学的用眼习惯，更让自身深刻体会到科学知识服务生活、助力他人的社会价值，在知识传播中收获了满满的成就感与价值感。同时，学生自身的护眼意识也得到进一步强化，科学传播的责任意识与主动参与社会服务的公民素养逐步形成，真正实现了学科学习与社会需求的紧密联结，让知识赋能生活，让学生在实践中收获自我成长与价值提升。

（二）反思与改进方向：聚焦短板问题，优化后续教学策略

本次校本跨学科实践虽有效解决了初中科学跨学科教学的三大核心问题，

^④周德胜，冉肖.具身认知视域下培育小学生量感的实践探索[J].教育理论与实践，2025.

全面达成了项目育人目标，但在实际推进过程中，仍发现核心问题背后的一些细节短板尚未完全解决，接下来将针对这些问题进一步优化教学策略，让跨学科教学的成效更显著、覆盖更全面。

1. 优化跨学科知识衔接，强化知识迁移指导

针对学生跨学科知识整合能力偏弱的问题，实践中也发现了具体的问题：部分学生很难把生物结构和物理模型对应起来，没法快速将眼球的晶状体、视网膜，和凸透镜成像里的凸透镜、光屏精准匹配，尤其对“晶状体曲度变化对应凸透镜焦距变化”的抽象类比易出现概念混淆，这就导致分析近视成因时，学生没法把生物上“眼轴过长、晶状体过厚”的特点，和物理上“成像在视网膜前方”的原理顺畅结合起来。

同时学生跨学科知识的综合应用能力较弱，单独掌握眼球结构的生物学知识、凸透镜成像的物理知识都没问题，但遇到“设计模型模拟近视矫正”这类实际问题时，无法灵活调用两门学科的知识综合分析，出现知识脱节的情况。

接下来我们会制作跨学科知识关联图谱，用可视化的方式帮学生理清知识间的关联；模型制作选材料前，也会提前准备好材料特性手册，把材料和功能的匹配逻辑讲清楚，降低实操的难度。同时还会设计专门的跨学科综合应用任务，针对性强化生物和物理知识的迁移训练，让学生能更好地把两门学科的知识融合起来、用到实际中。

2. 细化科普实践分层指导，提升知识传播实效

针对学生面向不同受众的知识转化和表达能力不足的问题，实际操作中也发现了不少具体问题：学生给小学生做护眼宣讲时，对凸透镜焦距变化这类抽象概念，没法用孩子能听懂的话讲清楚，导致低年级学生理解起来有困难。另外，设计的科普互动环节和现场落地结合得不好，虽然能想出游戏、问答这些互动形式，但不会根据小学生的现场反应灵活调整节奏，常出现游戏耗时太久、问题难度不合适的情况，很难兼顾互动性和知识性。

未来将增设科普脚本打磨工作坊，专门开展抽象概念儿童化转化的专项训练；设计科普现场应变的模拟活动，提升学生的现场调整能力；制定科普材料的设计规范，明确可视化元素的占比、实操性内容的要求，强化学生受众导向

的表达与设计能力，让科普宣讲的效果更实在。

3. 丰富跨学科备课内涵，挖掘多学科融合点

在跨学科备课和教学指导中，也发现了一些需要改进的地方。备课时对学生的个体差异关注不足，没有根据学生不同的知识基础、动手能力和技术水平，设计分层的指导方案。结果导致基础薄弱的学生在制作模型，探究知识时跟不上；而能力较强的学生又得不到足够的拓展和提升。

跨学科评价体系的细化程度也不足，对知识融合、技术与学科结合等核心环节的评价指标比较宽泛，缺乏具体、可量化的标准，很难精准判断学生的跨学科实践能力。

教师之间的协同指导衔接不够紧密，在项目不同实施阶段，科学教师与物理教师的指导存在阶段性脱节，学生遇到跨学科的实操问题时，没法得到及时、全面的解答。

后续将丰富跨学科备课的内容与形式，增加对学情分层、学生创新能力培养、评价体系完善的共同研讨；制定学生分层指导方案，为不同水平的学生设计适配的学习任务和学习支架；细化跨学科评价量规，完善知识融合、技术应用等核心环节的具体评价标准；建立跨学科教师实时协同的指导机制，确保项目各阶段教师的指导无缝衔接，同时进一步优化教学资源协调、学生个性化指导的策略。此外，还将挖掘更多的学科融合点，比如结合数学学科的几何、计算知识，指导学生更精准地完成模型尺寸设计与数据计算，实现多学科的深度融合，让跨学科实践的内涵更丰富。

五、结语

“守护‘睛’彩世界”项目以真实问题为驱动、以核心素养为导向，依托跨学科教师协同备课与课程设计，构建了学科融合、实践创新、社会服务一体化的初中科学跨学科校本实践模式。

在项目推进过程中，教师团队不再是单纯站讲台讲课的老师，而是变成了教学活动的的设计者、学生探究的引导者，还有各类教学资源的协调者。学生也走出了传统教室的小空间，在真实的实践场景里灵活运用知识、想办法解决遇到的问题，不仅将个性化技术用到了学科实践中，更在选材、制作、宣讲的流程中锻炼了科学探究的能力，培养了团队协作的意识，也慢慢有了服务他人的社会责任感。

经过这次实践，我们深切体会到，初中科学开展跨学科教学，关键要立足真实生活情境，找到学科之间的契合点，用驱动性问题带领学生开展探究，以跨学科教师的协同教学为支撑，靠评价量规保障核心素养真正落地。同时还要重视培养学生运用创新技术的能力，发挥他们的个性化特长，让学生在学知识、做项目、用成果的完整过程中，实现知识理解、实践能力与价值观念的同步提升。

跨学科教师的协同备课与全程指导，是破解学科壁垒、保障跨学科教学顺利实施的重要支撑；而学生创新技术与学科实践的融合、个人爱好与项目实践的结合，也让跨学科实践的成果更具创新性与实用性，让学生在实践中收获成长与价值感。这条从学科回归生活、从知识走向素养、从融合走向创新的实践路径，为区域内初中学校开展科学跨学科实践提供了可复制、可推广的校本实践经验与思路。