

Practice Exploration of Interdisciplinary Experimental Teaching in Junior High School Physics Based on Scientific Thinking Cultivation

Jun Yang

Sinan No.3 Middle School, Tongren, Guizhou, 565100, China

Abstract

Scientific thinking constitutes a core dimension of physics disciplinary competencies, with interdisciplinary experimental teaching providing authentic problem scenarios and diverse cognitive tools for its development. Building upon the analysis of key elements of scientific thinking and the unique role of interdisciplinary experimental teaching, this study constructs an interdisciplinary experimental teaching framework centered on scientific thinking progression. Grounded in interdisciplinary integration theory and cognitive development mechanisms, the framework establishes fundamental principles for goal setting, content organization, and activity design. It proposes cultivation pathways through three dimensions: integration of problem-guided learning and model construction, synergy between evidence collection and reasoning validation, and stimulation of critical reflection and innovative thinking. Implementation safeguards are elaborated from three perspectives: teacher competency development, resource allocation, and multi-dimensional evaluation systems. The study aims to provide a systematic practical framework for fostering scientific thinking in junior high school physics education.

Keywords

scientific thinking; interdisciplinary experiments; junior high school physics; teaching system; training pathway

基于科学思维培养的初中物理跨学科实验教学实践探索

杨军

思南第三中学, 中国·贵州 铜仁 565100

摘要

科学思维是物理学科核心素养的核心维度, 跨学科实验教学为其发展提供了真实问题情境与多元认知工具。本文在解析科学思维核心要素与跨学科实验教学独特作用的基础上, 依据跨学科整合理论与认知发展机制, 构建了以科学思维进阶为主线的跨学科实验教学体系, 明确了目标确立、内容组织与活动设计的基本准则。进而从问题引导与模型建构融合、证据收集与推理论证协同、质疑反思与创新思维激发三个层面提出培养路径, 并从教师能力、资源环境、多元评价三方面阐述实施保障。旨在为初中物理教学落实科学思维培养提供系统化的实践框架。

关键词

科学思维; 跨学科实验; 初中物理; 教学体系; 培养路径

1 引言

培育科学思维是初中物理教学做到核心素养的重要需求, 但传统实验教学往往受困于学科界限和操作验证, 很难推动学生思维的全面发展。跨学科实验教学把真实而复杂的问题当作载体, 融合多学科的知识和方法, 为科学思维的生成营造了合适的环境。当下相关研究大多关注个案操作, 缺少对科学思维和跨学科实验教学本质联系的系统整理以及教学体系的全面创建。本文站在科学思维发展的角度, 从内

涵联系、理论支撑、体系形成、发展途径和开展保障这四个 方面加以阐述, 试图塑造起一个既有理论按照又具操作导向 的教学架构, 从而为一线教学变革提供参照。

2 科学思维与跨学科实验教学的内涵关联

2.1 科学思维的核心要素与教育价值

科学思维素养是初中物理课程教学中培养学生学科素养中的关键内容, 所谓科学思维主要是指学生能够根据所学习掌握的基础知识, 并结合所给出的已知条件和事实, 通过科学的逻辑推理, 进行准确的判断并做出正确的结论的过程。其核心要素包含模型创建、推理论证、质疑革新以及抽象概括这些方面。这些要素彼此依靠, 一起形成从现象观察、问题提出一直到规律提炼这样一条完整的思维链。在初中物

【作者简介】杨军(1986-), 男, 土家族, 中国贵州思南人, 本科, 中小学物理一级教师, 从事初中物理研究。

理教育当中，科学思维既同学生对于物理概念和规律体会的程度相关，又会影响到学生能不能把知识迁移到陌生环境去解决实际问题^[1]。发展科学思维有益于学生养成用理性眼光看待世界的方式，进而为终身学习和更新素养形成根基。因此，把科学思维当作教学的核心价值取向，这是物理学科回应育人本质必定会作出的选择。

2.2 跨学科实验教学对科学思维发展的独特作用

跨学科实验教学以真实而复杂的问题作为开端，让学生在多学科知识相互交织的地方执行探究活动，这样一种开放性的情境必然要综合运用模型建构、推理论证以及更新思维。相比于传统单一学科的实验，跨学科实验冲破了学科之间的障碍，使得学生在融合物理、生物、工程等诸多领域的观点的时候持续调整自己的认知架构，提升思维的整体性和变通性。在实验进程当中，学生会碰上诸如非线性变量、工具挑选以及方案优化之类的实际难题，于是不得不屡次经过假定、证实和修正这样的思维流程。此种高认知负载的探究过程，恰是科学思维从朴素走向成熟的关键推动力。

3 初中物理跨学科实验教学的理论基础

3.1 跨学科整合与认知发展的理论支撑

跨学科整合的理论基础源于认知发展的建构主义视角，该视角下，知识不是孤立保存的，而是借助意义建构在解决复杂问题时得以相互联系。当学生碰到涉及物理原理、数学工具以及工程设计的实验任务时，多学科概念会在认知结构里彼此交叠并重新排列，从而加深知识领悟并提升迁移能力。社会文化理论关注认知在真实操作社群中产生，跨学科实验以项目化、合作性形式推进，给学生造成了语言阐述、观点交流和协同推导的环境，这样的社会互动积极推动着科学思维的內化及其发展^[2]。此外，情境学习理论强调学习应与具体情境紧密相连，而跨学科实验正是为学生创设了真实、复杂的探究情境。在这样的情境中，学生不仅能整合不同领域的知识，更能发展出系统性、批判性的高阶思维能力，从而构建起更为稳固、灵活的认知图式。

3.2 物理实验教学中科学思维培养的机制分析

物理实验教学对于发展科学思维按照“具身认知—表征转换—思维外显”这样一种深层原理。学生亲自动手的时候会直接感受到物理现象，这便是创建模型最初的材料；之后通过记录数据、描绘图表等途径把身体体验转变成符号表示，给推理论证给予支撑；最后在交流展示、方案评价过程中做到思维的显现出来，使得质疑和革新能够被考量并加强。在跨学科情形之下，这个机制被进一步放大，由于诸多学科工具的参与使得表示形式更为丰富多样，推理论证须要顾及不同学科的逻辑规范，进而推动思维品质迈向更高层次。

4 基于科学思维培养的跨学科实验教学体系构建

4.1 跨学科实验教学目标的确立原则

教学目标要按照思维进阶和学科融合统一的原则，把科学思维各个要素分解成可观测、可执行的具体形式。目标的制定应该依靠初中生的认知发展水平，表现出从单学科思维慢慢过渡到跨学科系统思维的过程，防止因为提出过高的要求造成思维负担过重。还要突出实际问题解决的价值导向，把模型创建、推理证明、批判更新等思维目标同跨学科核心概念密切联系起来，使学生在完成实验任务的时候自然而然地做到思维发展。目标体系要有开放性，给处于不同思维层级的学生保留发展空间。

4.2 跨学科实验内容的结构化组织

实验内容的选择与组织要以核心概念为纽带，形成物理与其他学科知识相互支撑的结构化单元。结构化包含纵向和横向两个方面：纵向依循科学思维发展水平来划分实验梯度，简单实验承担模型建构的初步训练，复杂实验侧重推理论证与质疑更新的综合应用；横向重视以主题引领多学科内容，针对同一真实问题整合物理原理、工程设计与数据分析等要素，防止出现学科知识的简单拼接。内容组织还要关注情境的真实性与任务的层次性，给学生提供不断深入思考的认知支架。

4.3 科学思维进阶的教学活动设计

教学活动设计需按照从具体到抽象、从指导到自主的思维升级逻辑。前期可设置结构优良的探究任务，教师通过提问引导学生识别变量、创建初步模型，助力学生显现思维过程并予以规范。中期采用不良结构问题，要求学生自行规划实验方案、挑选跨学科工具并论述其合理性，在此期间加深证据与结论间的逻辑联系。高阶阶段倡导开放性项目，引导学生对当前方案提出质疑、优化并尝试更新设计，使质疑反思和更新思维不断递进并切实发展。

5 跨学科实验教学中科学思维的培养路径

5.1 问题引导与模型建构的融合策略

问题引导属于启动科学思维的关键部分，要规划出存在认知冲突并且包含跨学科本质的起始问题，从而激发学生找出问题场景中的主要元素及其联系。接着引导学生把实际问题转为成可探究的物理模型，历经从具体情境到抽象表现的建模进程。在建模期间，提倡学生利用多学科知识来划定界限条件，忽略次要因素，使模型既能保留科学性又能具有实用性。教师通过追问来促使学生持续思考模型是否合适，在修正模型的时候加深对物理原理以及跨学科关联的理解。

5.2 证据收集与推理论证的协同实施

证据收集需融入实验探究的整个进程当中，要引导学生认清所求证据的种类及其出处，按照跨学科特性灵活采用

观察、测量、查阅文献等各类方式来获取信息。推理论证就是构建起证据与结论之间的逻辑联系，这要求学生评判证据是否可靠，还要用物理定律及其他学科原理去阐释现象以支撑自己的观点^[9]。关键之处在于设立论证环节，让学生在小组交流或者集体评价的时候展示自己的推理过程，接受大家的质疑并予以回应，从而加强证据意识和逻辑的严谨性，最终得出依靠充分证据的科学结论。

5.3 质疑反思与创新思维的持续激发

质疑反思对于科学思维来说，是从接受迈向批判的重要转折点。在教学当中，要营造出一种允许质疑的课堂氛围，引导学生就实验方案、数据解读、结论是否普遍适用等问题展开追问，还要从跨学科的角度去考量其中潜藏的不足。要想唤起革新思维，就必须先深入领会并实施批判性反思。教师可以布置一些开放式或者存在多种解决办法的任务，使学生打破常规思维模式，试着融合不同学科的方法来给出改进意见或者新奇的设计。通过形成“质疑-反思-改进-创新”这样的循环体系，得革新思维如同源头活水一般不断涌现出来，在不断解决问题的过程中做到思维品质的提升。

6 教学实施的支持保障与评价机制

6.1 教师跨学科教学能力的提升路径

教师的跨学科教学能力会直接左右实验教学的质量，要想加强这种能力，得经过三条路径，一是更新观念，二是拓展知识，三是推动教研协作。从观念上看，要让教师透彻认识到科学思维和跨学科融合之间的本质联系，由侧重学科自身转为关注人的发展需求。从知识方面来说，通过专题学习班来充实其他学科的核心概念及其思维模式，从而使教师具备制定并指导跨学科实验的能力。至于教研这个层面，则是要创建起跨学科的教研团队，借助集体备课、反复分析案例以及开展反思性操作活动，促使教师在合作过程中汇集有关跨学科实验教学的经验和智慧，生成一些能够被应用到类似情况下的教学方案。

6.2 实验资源整合与教学环境创设

跨学科实验教学要打破传统实验室单一的功能局限，达成硬件资源、数字工具以及时空资源的有机融合。硬件层面需搭建开放式实验材料库，其中包含物理、生物、工程等众多学科所用的仪器与消耗品，方便学生遵照研究需求自行

挑选。数字资源方面可用传感器、数据采集及分析软件，该软件可同步收集多种类型的数据并直观显示出来，减轻跨学科研究时的认知压力^[4]。从教学环境来讲，要营造灵活的空间规划并且留出足够的时间来做研究，保证学生可以经历完整的思维流程，防止因为课程片段化而打断思维进程。

6.3 科学思维发展的多元评价方式

科学思维具备内隐性、过程性以及综合性这些特性，所以评价的时候就要采取多种方式，这样才能全方位地掌握它的发展状况。过程性评价应该融入到实验探究的整个过程当中去，借助课堂观察、实验记录单、思维导图、论证报告这些工具，来考察学生在模型建构、推理论证、质疑创新等方面的具体表现。终结性评价可以设立跨学科的表现性任务，让学生在新的情境下完成从问题分析到方案设计这样完整的思维过程，从而来考量思维的综合运用水平。评价主体应当涵盖教师评价、同伴互评以及个人反思，使得评价成为推动学生元认知发展和思维优化的持久动力。

7 结语

初中物理跨学科实验教学以科学思维塑造为根基，这种教学变革实质上把真实复杂问题当作纽带，深入融合科学思维要素和跨学科应用^[9]。本文先阐述内涵关联，依靠相关理论创建起包含目标、内容以及活动的教学体系，然后给出融合策略、协同推进并不断激发的提升途径，再从教师、资源、评价三个角度形成执行保障。此架构目的在于满足物理教学由知识传授向思维育人过渡的时代需求，给跨学科实验教学的系统规划和常规开展提供理论参考和实践指导。

参考文献

- [1] 纪贤勇,温芸.初中物理跨学科实践教学的路径研究[J].教育观察,2023,12(35):5-7+16.
- [2] 张敦绍.新课标理念下的初中物理课堂教学刍议[J].中国多媒体与网络教学学报(下旬刊),2023,(11):40-43.
- [3] 张艳,柳旭,毛静文.课程思政视域下初中物理“科学态度与责任”素养的培育研究[J].江苏教育,2023,(03):12-16+24.
- [4] 田勇军.信息技术下初中物理实验教学的对策[J].家长,2023,(02):81-83.
- [5] 李军.逆向思维应用于初中物理教学中的路径探寻[J].名师在线,2022,(21):46-48.