

【评价研究】

跨学科实践教学的评价

——以物理学科为例

许瀚匀 姚建欣 李春密

【摘要】在素养导向的教育改革背景下,如何评价和改进跨学科实践、项目式教学成为当前国际科学教育共同关注的焦点问题。为回应该问题,通过梳理比较“教育者评估教学质量”(EQuIP)量规反映的国际科学教育共性理念,吸收借鉴 EQuIP 量规部分评价指标,结合跨学科教学改进实践,制订我国的跨学科实践教学评价标准。依托物理学科教学设计评价案例,进一步探讨跨学科实践教学的评价问题。从评价标准的设计思路、研制过程及其保障机制维度来看,研究认为,跨学科实践教学改进应做到:聚焦关键问题,助力学生动态发展;打造跨学科团队,赋能教师专业成长;建设服务平台,推进教育信息化。

【关键词】科学教育;跨学科实践;项目式教学;教学评价;评价标准

在素养导向的教育改革浪潮中,虽然话语体系略有差异,中、美、德等国共同建构了 21 世纪国际科学教育发展的核心理念:学科内与跨学科的整合与发展^[1]。在此背景下,“跨学科实践教学的评价”也成为世界各国科学教师的共性问题。美国全国科学教育协会(National Science Teaching Association,以下简称 NSTA)研制的“教育工作者评价教学质量”量规(Educators Evaluating the Quality of Instructional Products,以下简称 EQuIP 量规)是对此问题的前期探索。通过梳理和比较中美科学课程标准所反映的国际科学教育共性理念,吸收借鉴 EQuIP 量规的部分评价指标,协同跨学科实践教学改进实践,制订面向我国跨学科实践教学的评价标准。依托评价案例,说明如何使用该评价工具寻找评估证据,进行设计质量评级并提供改进建议。

一、中美科学教育政策文件的比较分析

美国《新一代科学教育标准》(Next Generation Science Standards,以下简称 NGSS)强调以下五方面革新作为推进科学教学改进的关键:理解现象和设计问题的解决方案;三维学习;建立 K-12 进阶;与英语和数学标准保持一致;所有标准,所有学生^[2]。再进一步对比中、美两国科学类课程理念,可以看到二者有诸多相通之处(见图 1)。可以说,中国和美国在“整合与发展”这一国际科学教育发展的核心理念背景下^[3],同步开展科学教育的发展探索。我国科学类课程共性理念与 NGSS 的理念革新具有较多的契合点,为参考 EQuIP 量规支持我国的跨学科实践教学评价奠定了基础。

二、EQuIP 量规的基本内容

研制团队基于 NGSS 和实践反馈,持续迭代改进

EQuIP 量规,为新一代科学教材和教学设计的审查者提供了评价框架和易操作的评价指标^[4]。完善后的量规关注科学教学设计、实施、评价三大环节,重点审查指向 NGSS 三维度(即科学与工程实践、学科核心概念、跨学科概念)及其整合的教学设计、使学生都能参与三维学习的教学支持、允许和支持监控所有学生进步的相关措施,即“NGSS 三维设计”“NGSS 教学支持”“监控学生学习”三大类别,共 19 个评价指标(见图 2)。

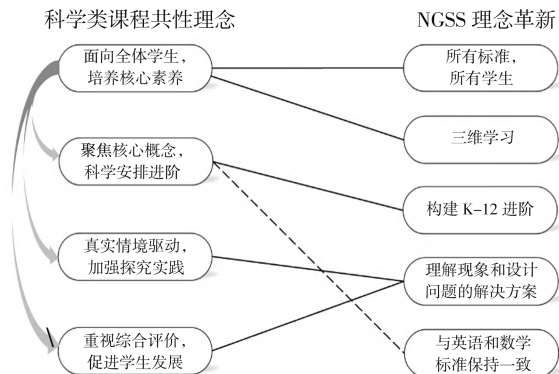


图 1 我国科学类课程的理念与 NGSS 理念革新的对应

适用范围	NGSS 三维设计	NGSS 教学支持	监控学生学习
	课时/单元设计让学生参与到整合 NGSS 三个维度的活动中。学生在活动对现象进行解释,为问题设计解决方案。	课时/单元通过设计体现三个维度的系列活动,面向所有学生的设计,同时为教师教学提供支持。	课时/单元设计需要在学生理解现象或设计问题解决方案的过程中,从 NGSS 三个维度的视角评测学生的进步。
课时与单元标准	A. 解释现象/设计方案 B. NGSS 三维目标 C. 整合三维目标	A. 相关与真实 B. 学生的想法 C. 建立进阶 D. 科学与准确 E. 分层教学	A. 考察三维表现 B. 嵌入形成性评价 C. 提供评分指导 D. 分配公平任务
单元额外标准	D. 单元内一致 E. 多学科领域 F. 多学科领域	F. 支持单元一致教学 G. 持续支持分层教学	E. 一致的评价系统 F. 学习的机会

图 2 EQuIP 量规评价标准

三、跨学科实践教学评价标准的构建

在 EQuIP 科学量规的基础上,立足我国科学类课程共性理念对量规类别及指标进行了修订。将“NGSS 三维设计”类别修订为“指向核心素养的设计”类别,将此类别中的“NGSS 三维目标”“整合三维目标”分别修改为“核心素养维度”“整合素养维度”,并将“多科学领域”“多学科领域”合并为“跨学科领域”。在“监控学生学习”类别中,将“考察三维表现”修订为“考察核心素养维度表现”。指标内涵亦依据我国科学类课程理念进行了修改,类别评分和总评分的换算标准没有变化。修订形成的“跨学科实践教学评价标准”(见图 3)旨在面向全体学生,以学生发展为本,强调素养导向,为材料深入对接课程标准提供落脚点。

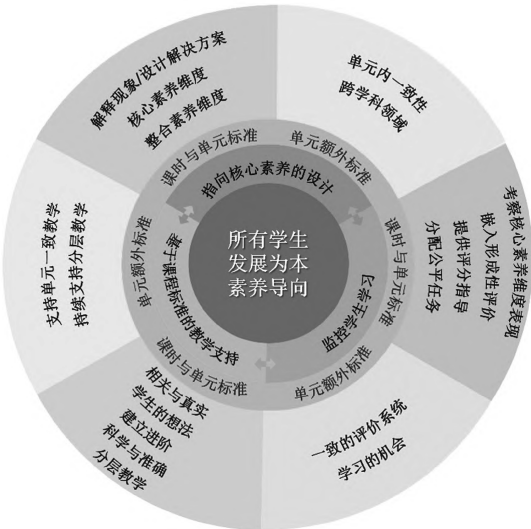


图 3 跨学科实践教学评价标准

评价标准从设计、实施、评价三个维度衡量跨学科实践教学的质量,分别对应“指向核心素养的设计”“基于课程标准的教学支持”“监控学生学习”三大类别。“指向核心素养的设计”要求课程活动的设

计能让学生通过在真实情境中的思考和实践来落实和整合核心素养。“基于课程标准的教学支持”“监控学生学习”均根据“学生探究与他们的生活经验和文化相关的问题解决方案”展开,分别关注面向学生及教师提供合适的教学支持和合理评价系统。“基于课程标准的教学支持”维度要求教学设计通过创设真实、科学、准确的问题情境,强调使用多种教学策略来满足不同学习者的需求,为教学和学习提供渐变式的脚手架。“监控学生学习”维度旨在以学生发展为本,强化素养导向,从评价内容、形式、过程和原则几个方面全面客观地了解学生核心素养的发展状况,充分发挥反馈的激励作用。

四、评价实例

以《制作校园 logo 投影灯》单元设计为例^[5],该案例选取物理课程标准一级主题“运动和相互作用”下的二级主题“声和光”的光学部分,立足物理学科核心内容,融入“结构与功能”等工程技术思维方式,对跨学科实践教学进行了探索。开发者提供的初始教学设计得分情况如表 1 所示。

经审查该案例所属等级为“需要修改”。整体而言,教学设计采用项目式教学的方式重构光学单元课程,重组原有教学材料。所选择的驱动问题“如何设计并制作 logo 投影灯”组织和推动了项目中各种不同的活动,并与学生日常生活经验和真实世界问题相联系,持续驱动和维持学生参与和学习。与其他学科领域的相互交融过程中,学生利用“结构和功能”来理解光学现象,将科学原理转化为技术产品。基于上述描述,该教学设计在“指向核心素养的设计”“基于课程标准的教学支持”“监控学生学习”评分分别为 2、1、0。

以“基于课程标准的教学支持”维度的“建立进阶”指标来说明课程的质量评级、评估证据和改进建议。该指标重点关注材料是否识别了学生先前的学习情况,解释说明了如何在教学过程中以先前学习情

表 1 《制作校园 logo 投影灯(1.0 版)》得分情况

量规标准	指向核心素养的设计	得分	基于课程标准的教学支持	得分	监控学生学习	得分
课程和单元标准	解释现象/设计方案	良好	相关与真实	优秀	考察核心素养维度表现	良好
			学生的想法	及格		
	核心素养维度	良好	建立进阶	及格	嵌入形成性评价	良好
	整合素养维度	良好	科学与准确	良好	提供评分指导	及格
			分层教学	没有	分配公平任务	及格
单元额外标准	单元内一致性	良好	支持单元一致教学	良好	一致的评价系统	及格
	跨学科领域	良好	持续支持分层教学	没有	学习的机会	及格
类别分数	所有标准达到良好得 2 分		至少有三条标准达到良好得 1 分		仅有两条标准达到良好得 0 分	
最终评级	3 分,需要修改					

况为基础逐步达成学习期望。通过寻找、记录、分析教学设计中与指标相对应的证据,审查者认为材料从核心素养维度识别了学生原有水平,结合原有学习基础为整个单元的学习进阶提供大致思路,但没有指出学习过程中可能会出现替代概念以及为高水平或低水平的学生提供对应策略。因此确定该指标的证据质量等级为“及格”(见表2)。

依据上述内容,审查者提出了相应的改进建议:不仅需要明确学生物理观念的预先熟练程度,还需要对科学思维、科学探究等重要维度的预先熟练程度作出更明确的描述,以支持教师为学生核心素养的发展提供合适的教学策略、搭建适宜脚手架。审查者为此开展了学习进阶的相关讲座,以科学解释能力的培养策略和进阶路径为例,指导开发者了解所有学生的已有认知和能力,以此为起点确定达成学习目标的系列关键节点,拟定任务流程和具体学习任务,通过为高于或低于预期熟练程度的学生提供渐变式的脚手架,促进落实学生核心素养维度要素的发展。

开发者依据标准反馈、改进建议和讲座指导对教学设计进行了修订,在先前版本的基础上重新设计了每节课时的核心素养维度目标要素的学习进度。从学生先前学习情况出发,通过教师讲解和工作单中辅助框架的引导,让科学解释活动贯穿始终,有效促进学生科学解释能力的进阶发展。面向学生设计的任务单亦应用了“渐变式的脚手架”这一教学策略,并为高水平学生提供了扩展材料。综合考虑这些证据,该教学设计在“建立进阶”指标所得等级为“良好”。基于证据反馈和改进建议进行修订的教学设计,最终在“指向核心素养的设计”“基于课程标准的教学支持”“监控学生学习”得分分别为3、2、1,整体评价为“经调整可作为跨学科实践范例”。审查团队

提供了改进建议和讲座指导,以期能帮助开发者将教学设计逐步修订成为“高质量跨学科实践范例”。

五、讨论与建议

高质量且符合标准的跨学科实践教学是支持教师和学生达成素养导向学习目标的关键。跨学科实践教学评价标准以筛选与课程标准相一致的教学设计作为构建质量指标的出发点,从设计、实施、评价三个维度积极响应科学课程的新理念。该量规的设计思路、研制过程及其保障机制为改进我国跨学科实践教学带来了多方面的启示。

(一) 聚焦关键问题,助力学生动态发展

建构整合性理解和发展关键能力的最佳学习路径,是在新情境和新问题中应用知识并产生解决方案的自主、合作与探究过程^[6]。在跨学科实践中,学生将习得知识和关键能力在真实情境中进行应用和迁移。由于学习是个体同社会环境相互作用的动态发展过程,每个学生有个性化的需求和轨迹。

教学实践关键问题是教师在实施课程标准、帮助学生达成核心素养过程中普遍感到困惑且阻碍课程目标有效达成的问题。回顾跨学科教学评价标准,其立足于课程标准,从支持性环境条件、有效的教学策略、嵌入式形成性评价等维度构建了满足需求、激发兴趣、面向掌握的多层次支持系统。每个评价指标的细化内涵亦提供了如何在社会背景下支持所有学生学习和发展的可行性建议:教师需要关注所有学生原有认知水平,选取、利用和拓展学生生活背景中有价值的共有学习机会,通过学习内容的多维整合和有序进阶提升课程的结构化水平,使用有效教学策略和多种评价方式为其提供差异化指导与支持,及时关注和理解学生情况以保持积极的发展轨迹。

表 2 教学设计中与“建立进阶”指标对应的证据

指标内涵	证据	证据与指标的关联	质量等级
清晰地识别学生已有的学习基础	内容分析:学生学习了耳和听觉,认识了接受声信息的方式,可以对接受外界光信息(即看到物体的原因)产生知识迁移;结合之前所学习的光的反射和折射,并利用学生在上一课时掌握的光的传播,通过探究实验认识凸透镜成像规律,并运用该规律。 学情分析:七年级下学期的学生,对于物质科学的学习还局限在宏观层面,虽然在小学有接触过光沿直线传播,也对光的反射有一定的感性认识,但这是学生从自己的直观体验去感受光现象。学生缺乏对生活中的现象展开理性分析并得到科学规律的思考。	材料明确指出了学生在物理观念的应然状态和科学思维发展概况,但忽视了学生科学探究维度的初始状态。材料亦没有指出学生在学习过程中可能会出现替代概念。	及格
设定所期望的学生素养发展表现	围绕“如何设计并制作 logo 投影灯?”这一驱动问题,教学设计拆解出 4 个子问题并匹配系列项目任务和学习活动。 例如,子问题 2:如何让画面呈现各种颜色?材料指出其所涉及的知识和能力分别为“光的色散及物体的颜色”和“建立科学模型”。为此教学设计“通过实验了解白光的组成”“探究透明物体的透光规律”“制作 logo 投影灯片”活动,引导学生逐步理解投影灯片的制作原理,在这一过程中还涉及了分析、评价、创造等思维训练活动。	材料描述了每一课时知识和能力目标,通过拆解子问题帮助学生在物理观念上发展更深层次的理解,但忽视了科学思维、科学探究等重要维度的连贯发展。	

(二) 打造跨学科团队, 赋能教师专业成长

教学设计是实现学习目标的关键环节, 也是联接教学理论研究和教学实践的桥梁。而将跨学科实践融入课堂教学, 这一过程所需的知识深度很可能超过了许多教师对科学教学的典型理解^[7]。跨学科实践教学评价标准的评价步骤则为跨学科团队建设提供合理循环模式: 教师设计跨学科实践教学, 试图构建和产生对课堂的可能性理解; 教师与审查者合作, 收获不同维度的改进建议, 对教学计划进行修改并采用最合适的教学策略; 教师通过日记、案例报告或课堂实施录像带对教学进行反思, 以发展有助于促进学生学习的知识。

可见, 有效的跨学科团队除了为学生创设明晰、连贯和整合的学习环境外, 还通过学科间合作和多方协作深化教师对跨学科课程意识内涵的理解和深化, 促进教师工作的相互协调和整合, 更可作为专业发展的持续来源促进教师课程意识的实践转化, 增强学校的转型教学能力。此外, 为了提升师范生跨学科教学能力, 需要积极探索能力导向、学科交叉、多方协作的多元教师教育课程体系, 推进师范生教育理念转变, 构建跨学科合作、优势互补的“双师型”团队达成协同育人新机制, 以丰富师范生教育的形式和内容, 加大教育教学实践培养比重、加强跨学科案例教学促使理论与实践有机融合, 持续深化师范生考核评价制度改革来确保培养质量。

(三) 建设服务平台, 推进教育信息化

EQuIP 量规审查流程包含细化具体学科领域的评价操作指南、双盲平行共审、开展结构化共识对话等系列机制, 从不同维度指导和辅助多位审查者持续进行专业学习和团队协作, 为审查者、开发者等不同学术背景的教育工作者提供了交流互动的平台。该平台亦提供了与审查结果配套的小学到高中阶段科学领域的高质量课程资源, 为教师教学实践提供范例, 帮助和鼓励广大编写者开发契合一线教学实际需要的课程资源。交互过程中教师的困惑、质疑和申诉还会作为实践反馈数据, 反作用于量规的迭代优化。EQuIP 量规的审查平台为我国课程教学材料数字化平台的建设提供了新的范式。

实际上, 诸多国家和地区会在制定课程标准的同时, 着手建立专门的网络平台实时更新课程标准、配套课程资源, 以便于教师和相关人员查阅和提供建议。如澳大利亚课程、评估和报告管理局 (ACARA) 官网呈现了课标的修订背景、修订流程和建议反馈的相关链接, 也建立了以课标为蓝本的教学指南、教学计划、教学案例和评估模板的网络平台^[8]。目前, 我国各学段各学科的课程标准文本均

需通过教育部官网下载, 课程标准的修订与解析等资料则分散于各类报道、文献中, 实践过程的感知和困惑更难以反馈。教师、学生、家长作为教学实施的相关人员, 是决策主体最值得信赖的咨询对象, 应该给予他们更便捷的机会以全面了解课程标准和更丰富的课程资源支持。因此需要转变静态课程教材观念, 建立便于检索的课程标准网站, 匹配渗透课程标准要求的高质量课程资源, 为教育工作者提供交流探讨的互动平台, 进一步推动课程目标落实。

参考文献:

- [1] 姚建欣, 郭玉英, 伊荷娜·诺曼. 美、德科学教育标准的比较与启示[J]. 全球教育展望, 2016, 45(1): 94.
- [2] Next Generation Science Standards. NGSS Innovations and Instructional Materials [EB/OL]. (2017-12-01) [2023-11-27]. <https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/PEEC%201.1%20NGSS%20Innovations.pdf>
- [3] 郭玉英, 姚建欣, 张静. 整合与发展——科学课程中概念体系的建构及其学习进阶[J]. 课程·教材·教法, 2013, 33(2): 44.
- [4] Next Generation Science Standards. Revisions to EQuIP Rubric for Lessons & Units [EB/OL]. (2021-04-07) [2023-11-27]. https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Changes%20to%20EQuIP%20for%20v3%20and%20v3.1_0.docx
- [5] 许瀚匀, 吴锡理, 姚建欣. 项目式教学视角下的跨学科实践教学设计——以初中物理光学单元为例[J]. 物理教师, 2023, 44(9): 34.
- [6] National Research Council (NRC). Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century [M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2012: 127.
- [7] McNeill K L, González-Howard M, Katsh-Singerr, et al. Pedagogical Content Knowledge of Argumentation: Using Classroom Contexts to Assess High-quality PCK Rather than Pseudoargumentation [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2016, 53(2): 261.
- [8] ACARA. 澳大利亚课程大纲 [EB/OL]. (2011-10-01) [2023-11-27]. https://docs.acara.edu.au/resources/ACARA_Brochure2011_Mandarin.pdf

【作者简介】许瀚匀, 浙江师范大学教育学院硕士研究生; 姚建欣 (通讯作者), 北京师范大学物理学系副教授, 博士生导师 (北京 100875); 李春密, 北京师范大学物理学系教授, 博士生导师。

【原文出处】摘自《天津师范大学学报》: 基础教育版, 2024. 3. 25~30

【基金项目】北京市教育科学“十四五”规划课题“学习进阶视角下的学生科学思维发展研究” (BECA21112)。