

基于“C-POTE”模型的小学科学

跨学科主题学习探究与思考

——以《穿越千年的声音密码：探秘曾侯乙编钟》为例

吴小慧

武汉市实验博雅小学

摘要：在新时代教育背景下，跨学科主题学习作为深化教育改革的重要举措，已成为落实学生核心素养培养的关键路径。该模式突破传统学科界限，立足综合育人理念，通过创设真实情境将社会实践与学科教学深度融合，引导学生在解决复杂问题的过程中整合运用多学科知识与技能，从而全面提升核心素养。本研究创新性地引入“C-POTE”理论模型，系统构建了包含概念群、问题链、目标层、任务簇和证据集五个维度的跨学科整合框架，并以小学科学课程为载体开展实证研究，探索形成了一套具有可操作性的跨学科主题学习实施模式，为推进基础教育课程改革与创新科学教育实践提供了重要的理论参考和实践范例。

关键词：跨学科主题学习；“C-POTE”模型；核心素养；小学科学

一、研究背景与意义

党的二十大报告强调“全面提高人才自主培养质量”，明确提出要落实立德树人的根本任务，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。小学科学作为培养学生创新思维和实践能力的重要载体，在基础教育中发挥着至关重要的作用。传统的分科学习难以形成整体的知识结构和思维方式，在解决现实生活中面临的真实复杂问题时学生的视野和思维都会受到局限，跨学科学习从综合育人的角度出发，既横向关联相关学科，又纵向贯通学科内容，让学生综合运用多学科知识去分析解决问题，能够有效提升核心素养。《义务教育科学课程标准（2022版）》中明确指出：“课程内容上设立跨学科主题学习活动，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]”。将“C-POTE”模型应用于科学跨学科教学中，根据教材内容选择研究主题，并将不同学科与之相关的内容进行整合，为学生提供

创造性解决问题的机会，使其在问题探究中发散思维，实现知识的灵活运用。

二、核心概念界定

（一）跨学科主题学习

跨学科学习是在真实情境中，以发展学生的多元智力为目标，整合两门及以上学科知识和方法，在多元化、智能化的教学活动，达到优化知识结构、培养创新能力和提升综合素养的教育目的，其特征主要表现在综合性和实践性。跨学科主题学习与项目化学习、STEAM、问题解决等高度相似，但它不是脱离学科的专设课程或活动，而是与本课程其他内容协调成一体综合性课程，具有更系统、更严谨的课程设计^[2]。小学科学跨学科主题学习是基于科学核心素养，围绕某一研究主题，整合其他学科知识和方法开展的一种综合性学习活动，学生在真实情境中通过解决复杂问题实现知识的理解与应用，形成以科学素养为锚点的多学科素养网络结构。

（二）“C-POTE”模型

“C-POTE”模型是由华南师范大学博士生导师詹泽慧团队提出的以大概念为基础、以核心素养为导向的跨学科主题学习模型^[3]，主要包括“概念群（concept group）→问题链（problem chain）→目标层（objective layer）→任务簇（task cluster）→证据集（evidence set）”5个核心环节（如图1）。其中，概念群是学科整合的基石，以大概念为主线对知识进行高度总结和概括，结合社会生活中的实际问题创造真实情境来设计跨学科主题，帮助学生分析知识的内在逻辑关联，明确跨学科核心概念。问题链是基于大概念，从真实情境出发，围绕学生已有知识和经验设计的一系列指向学科核心素养的进阶性问题^[3]。目标层所制定的“双基-学科思维-高阶素养”^[4]进阶性目标是核心素养的重要体现。教师对概念群进行解构，以问题链为导向，将跨学科目标细化为可操作、评估的教学目标，引导学生有目的地探索。任务簇是跨学科课程实施的具体方式，作为教师提供的学习支架，帮助学生在解决挑战性问题中实现大概念的迁移应用。证据集是教师收集学生在整个跨学科活动中过程性评价资料，综合性评判学习是否达到预期效果，同时反馈核心素养发展水平。

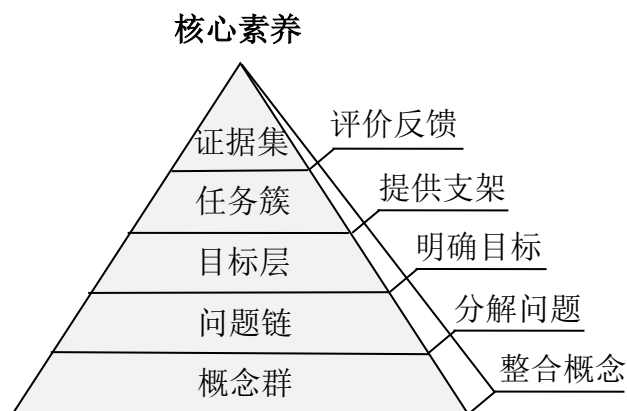
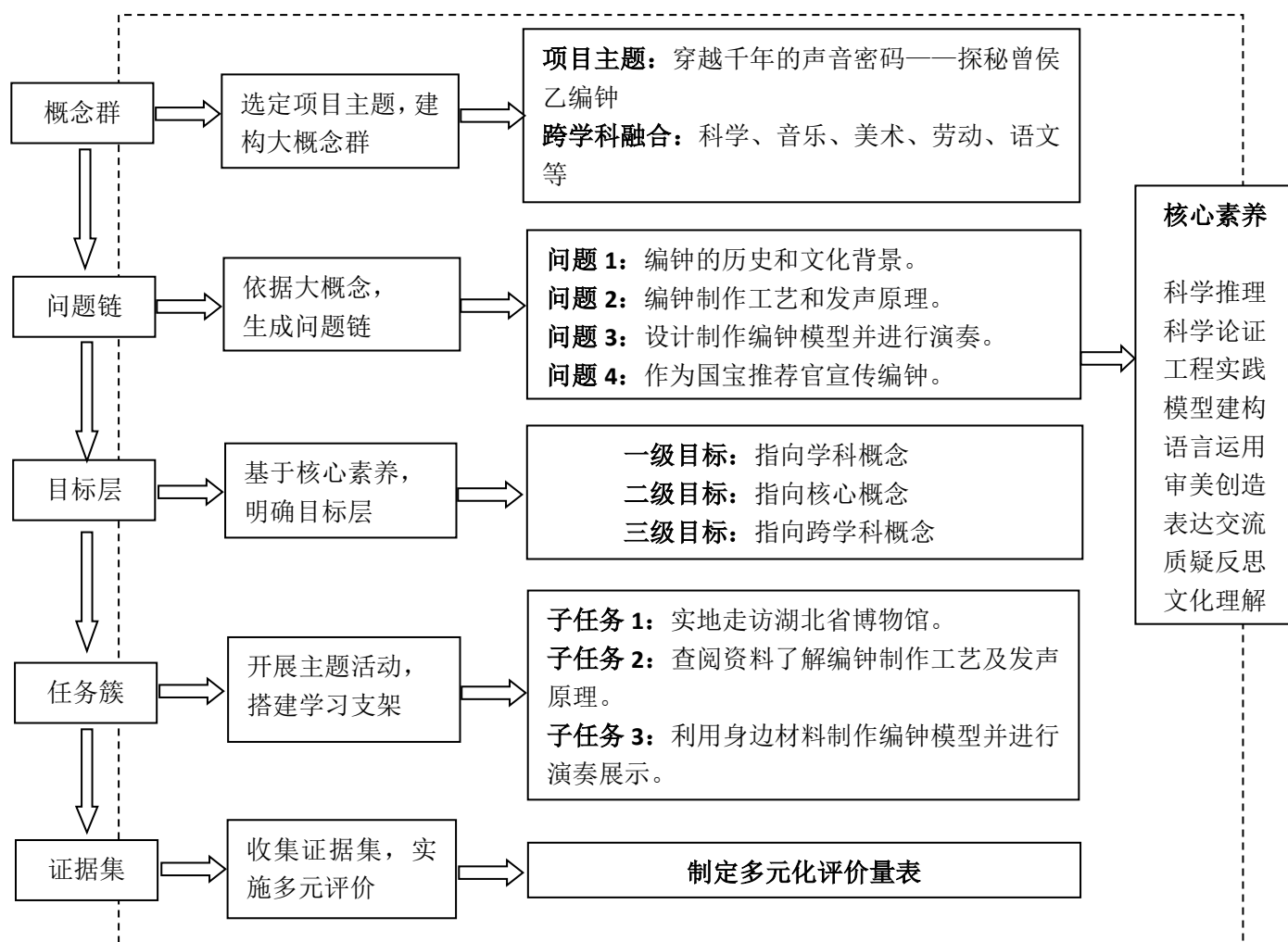


图 1 跨学科主题学习“C-POTE”模型

三、课程设计框架

以核心素养为导向的基于“C-POTE”模型小学科学跨学科主题学习是一种新的探索模式，通过深度挖掘教材以及充分利用湖北省博物馆地域性资源，本文在教科版科学（2017版）四年级上册《声音》单元的基础上设计了“穿越千年的声音密码：探秘曾侯乙编钟”为主题的跨学科主题活动，以“C-POTE”模型为理论指导，以科学学科为主线，融合音乐、劳动、美术、语文等学科核心素养，旨在问题探究、小组研讨、实地考察等一系列活动中加强学生对知识的理解应用，提高学生综合认知，以及运用跨学科思维解决问题的能力，既发展了智育，同时渗透德育、美育、劳育等，从而实现五育并举的育人目标。本案例结合春晚上展现了湖北楚文化和编钟礼乐文化精粹的曾侯乙编钟时事热点创设情境，赋予学生“国宝推荐官”身份，引导学生亲自参与实践、体验、观察、制作与交流展示，在一系列活动中深入探究及思考，让学生经历提出假设——收集证据——推理论证——质疑反思的思维过程，在探究编钟发声原理的过程中体会古代科技对人类文明发展的促进作用，同时提升民族自豪感和文化自信。具体活动框架如图 2 所示。



四、基于“C-POTE”模型的小学科学跨学科主题学习案例设计

（一）选定项目主题，建构大概念群

“穿越千年的声音密码：探秘曾侯乙编钟”主题选自教科版（2017 版）科学四年级上册《声音》单元，内容涉及第 2 课《声音是怎样产生的》、第 5 课《声音的强与弱》、第 6 课《声音的高与低》、第 7 课《让弦发出不同的声音》和第 8 课《制作我们的小乐器》，在选定主题时充分考虑了地域性资源湖北省博物馆的曾侯乙编钟，探究乐器发声的原理具有很强的科学学科特征，但是科学作为一门基础学科，为其他学科提供了理论支撑和研究方法，不同学科相互交融，才能更好地引导人们追求真理、探索未知、创造美好生活。因此，为了更贴近学生生活，同时增加学习的趣味性和实践性，本案例站在科学学科的高度，以培养学生核心素养为导向，融合语文、音乐、美术、劳动等学科确定了主题，并针对学习内容遴选学科大概念，形成认知网络，使学生明确活动要求，具体内容如表 1 所示。

表 1 跨学科主题活动大概念群

一级学科概念	科学	知道声音是由物体振动产生的。 掌握声音的强弱与物体振幅有关，声音的高低与物体长短有关。 了解科学技术对人类生活方式和思维方式的影响。
	音乐	感受编钟演奏的乐曲，通过音乐体验的方式发展学生创造性思维，形成良好的人文素养。
	语文	会搜集、筛选有关编钟的资料，会提取、整合所需的关键信息，敢于清晰表达自己的观点，并形成书面报告。
	美术	设计编钟结构，尝试通过艺术和科技相结合，进行创造和表达。
	劳动	在动手制作编钟模型过程中创造有价值的物化劳动成果，培养动手能力、设计思维，提升实践能力和创造力。
二级核心概念	物质的结构与性质	了解编钟的主要构造，知道编钟能发出不同的声音与其结构有关。
	工程设计与物化	制作能产生不同高低、强弱声音的简易编钟。
	技术、工程与社会	经历设计、制作、调整的过程，体会科学技术是怎样影响并改变我们的生活。
三级跨学科概念	结构与功能	明确编钟系统中各部分结构之间的相互作用机制，从而掌握编钟的科学原理，提升探究实践能力。
	系统与模型	模型能将复杂系统简单化，用具体的、可视化的编钟模型将抽象的声音特征形象化，便于理解和研究。

（二）依据大概念，生成问题链

教师需要创设一个真实情境，化抽象的大概念为具体问题，并将主要问题拆分成若干个子问题，生成驱动问题链，进而丰富问题情境，学生在综合运用知识分析、解决问题中完成子问题——大概念——核心素养的进阶。例如本案例中为学生创设了一个生动而富有意义的真实情境，即：2025 年春晚武汉分会场，展现楚乐重要元素的曾侯乙编钟给人留下了深刻的印象，叮叮当当的乐音不仅是来自战国时代的文明之声，更是古代工匠“一钟双音”智慧

的体现。作为国宝推荐官，你将肩负着推广和传播这一中华文明瑰宝的重任，需要向公众普及编钟发音知识，让大家了解中国古代技术文明的辉煌成就，从而更好地传承和发展中华优秀传统文化！依据情境，设置如下问题链：①了解编钟的历史和文化背景→②探究编钟制作工艺和发声原理→③设计制作编钟模型并进行演奏→④作为国宝推荐官对编钟进行宣传。

（三）基于核心素养，明确目标层

基于“双基——学科思维——高阶素养”进阶目标指向大概念所制定的跨学科主题学习目标层如下：①基本知识与能力：能够查阅和整理资料，提取关键信息；能用简洁的语言向他人介绍编钟的历史和文化价值；能通过实验或模型制作，理解编钟的声学特征和铸造工艺；能发挥创造力设计具有特色的编钟模型。②学科思维：能基于观察到的现象即编钟发出不同音阶的声音提出问题、形成假设并设计研究方案；在对文物的品析、鉴赏中提升审美创造力；能从美学的角度欣赏编钟的纹饰艺术和音乐表现；运用工程思维，分析编钟结构与其功能的关系；能够从多学科视角提出创新性问题的解决方案。③高阶素养：能够分析编钟的科技成就，并与现代科技进行对比；对编钟的历史记载和研究成果提出自己的见解；理解编钟作为中华文明瑰宝的文化意义，并树立文化自信；能够质疑和反思现有观点，提出新的研究思路或问题；能够设计新颖的编钟文化推广活动。

（四）开展主题活动，搭建学习支架

任务簇能够促进学生对大概念的动态建构，因此教师可以依据核心目标层设计任务簇，为学生搭建学习支架，本案例设计任务簇及其对应的核心素养如表 2 所示。

表 2 跨学科主题任务簇及对应的核心素养

主题	子问题	任务簇	核心素养
	初识编钟： 1.了解编钟的历史和文化背景。	实地参观湖北省博物馆，参观曾侯乙编钟，重点观察编钟的构造、纹饰和铭文，了解其历史背景和文化价值。	文化自信 审美创造 语言运用 （语文）
	2.感受编钟跨越千年的音律之美。	现场聆听编钟演奏，感受其音色的浑厚悠扬和音域的宽广，体会其作为古代乐器的魅力。	审美感知 文化理解 （音乐）
	解密编钟： 1.了解声音的产生、传	通过实验探究声音的产生（如敲击音叉、拨动橡皮筋）和传播（如	推理论证 质疑反思

穿越千年的声音 密码：探秘曾侯乙编钟	播和特性。	利用纸杯电话)。	归纳与演绎
	2.认识编钟的结构、材质和发声原理，探究编钟音律的奥秘。	利用示波器等材料探究编钟音高、音量和音色的区别，并解释其产生区别的原因。	比较与类比
		查阅资料了解编钟制作工艺，结合其结构和材质解释其发声原理和音色特点。	分析与综合 (科学)
	创意表达： 学以致用，丰富对声音的理解，激发创造才能。	利用身边材料设计制作简易编钟模型并演奏简单的旋律。	结构与功能 (跨学科)
	交流展示： 对话千年国宝，让文物绽放光彩。	作为国宝推荐官，用撰写推荐词、现场讲解的方式向他人介绍曾侯乙编钟科学知识和文物价值，推动文化传播发展。	审美判断 (美术) 系统与模型 (跨学科)
			文化传承与理解 语言建构和应用 (语文)

(五) 收集证据集，实施多元化评价

证据集不仅作为评价依据，也能使核心素养的发展可视化。教师可以制定评价量表给予学生具体指导，帮助学生反馈和总结，本案例依据教学目标结合不同阶段的学习任务制定了如下评价量表（表3）。

表3 过程性评价量表

活动名称		组别：	日期：	
评价内容	评价要点	自评	互评	师评
跨学科素养	运用工程思维，分析编钟结构与其功能的关系			
	能够运用多种学科思维方式解决问题			
目标达成	能通过实验探究编钟的发声原理			
	能发挥创造力设计具有特色的编钟模型			
	能用撰写推荐词或现场讲解的方式宣传编钟			
参与情况	小组成员有明确的分工，能够合作完成任务			
	善于倾听他人意见			

	敢于表达自己的想法			
--	-----------	--	--	--

为了使评价内容更丰富、全面，对于学生自身的发展以及跨学科主题活动本身也作出了相应的评价量表（如表 4），引导学生在不断反思中总结得失。

表 4 终结性评价量表

跨学科主题活动名称：		
组别：		时间：
关于自身	我在哪方面表现得最好？	
	我还有哪些遗憾？	
	我有哪些地方可以做得更好？	
关于活动	我最大的收获是？	
	我最喜欢的活动内容是？	
	我遇到最大的困难是？	
	我觉得需要改进的地方是？	

五、结语

随着全球化和信息化时代的深入发展，未来社会对人才的需求正发生深刻变革，急需具备跨学科思维和综合解决问题能力的创新型人才。在此背景下，跨学科主题学习作为一种基于多元智力理论的新型人才培养模式，不仅顺应了当代教育发展的趋势，更是实现核心素养培育的关键路径。本研究提出的基于“C-POTE”模型的跨学科主题教学模式，通过系统整合概念群、问题链、目标层、任务簇和证据集五个关键要素，构建了科学有效的教学实施框架。这一模式既突破了传统分科教学的局限，又实现了课程的综合化与实践化转型，为培养学生的创新思维、批判性思考和问题解决能力提供了重要支撑。未来，我们还需要在理论深化和实践创新两个维度持续探索，进一步完善跨学科主题学习的评价体系，拓展其实施路径，以更好地适应新时代人才培养的需求，推动基础教育的高质量发展。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案和课程标准：2022 版[M]. 北京：北京师范大学出版社.

[2] 郭华等. 跨学科主题学习是什么？怎么做？ [M]. 北京：教育科学出版社，2023： 5.

[3] 詹泽慧, 季瑜, 赖雨彤. 新课标导向下跨学科主题学习如何开展: 基本思路与操作模型[J]. 现代远程教育研究, 2023, 35(1): 49-58.

[4] 腾倩, 基于模型的小学信息科技跨学科主题教学实践探索[J]. 课程与教学, 2023(10): 67-71.