

基于探究式学习的 科学教育活动模式构建与实践 ——以中国科学院科学节“创工坊”为例

文_ 席韵然 毕宏宇 王闰强
(中国科学院计算机网络信息中心)

摘要: 本文以中国科学院科学节“创工坊”为案例,研究提炼出以真实问题为起点、动手实践为中心、科研人员引导为支撑的科学教育活动模式。该模式突破单向灌输,通过多元探究路径激发青少年兴趣,并从认知、能力、情感三方面系统培养青少年探究能力,为衔接高端科研资源与基础教育提供了有效范式,对推动科学教育高质量发展具有重要参考价值。

关键词: 探究式学习 科学教育 科学节 实践模式

中国科学院科学节自2018年起每年举办,不仅是科学文化融合的高品质科普活动,更是面向社会公众特别是青少年群体的重要科学教育平台。其标志性板块“创工坊”与传统的展览展示、科普讲座等形式不同,具有鲜明的探究式学习特征。探究式学习理论视探究为科学本质与学习路径的统一,强调通过“提出问题—调查证据—形成解释—交流评估”的认知循环构建知识。本文通过对创工坊多个典型案例的系统分析,提炼出真实问题为起点、动手实践为中心、科研人员引导为支撑的探究式学习科学教育活动实践模式。

◎ 以真实问题为起点:从真实科研情境出发

问题是探究的逻辑起点。创工坊的一个显

著特点是问题来源的真实性和转化设计的适切性,实现了科研问题向科学教育的有效转化。

◎ 问题来源的真实性:根植于科研一线

科学节创工坊活动的探究主题并非凭空臆造或从教材照搬,而是深深根植于各研究所的真实科研工作。这种真实性体现在两个方面。

一是问题的科学真实性 创工坊活动所涉及的科学原理、技术方法、研究对象都来自科研人员的日常研究工作,是科学共同体认可的真实科学知识。例如,自动化研究所脑控机器人竞速体验活动,其探究主题源自该所在脑机接口与神经工程领域的前沿研究成果。活动中使用的脑电采集设备、信号处理算法等,均基于研究所在脑机交互、神经信息解码等方向的真实科研技术。



青少年体验脑控机器人竞速活动

二是问题的情境真实性 活动不仅传递科学知识,更展现科学研究的真实情境。在活动中,科研人员会介绍相关研究可解决的实际问题、遇到的挑战及进展等。例如,过程工程研究所的“神奇的海绵宝宝”活动,其探究主题源于材料表面改性这一前沿科研领域,在引导儿童观察海绵“只吸油不吸水”现象的同时,科研人员会揭示其背后的仿生学原理,并指出其在解决海上溢油、工业废水处理等现实问题中的应用潜力,从而让参与者感受到科学并非抽象概念,而是源于现实、用于现实的生动探索。

② 问题设计的适切性:针对不同的受众进行转化

创工坊注重将复杂抽象的真实科研问题转化为适合青少年理解、探究的活动主题,主要体现在以下方面。

首先,从参与者的认知水平和心理特点出发进行问题转化 创工坊参与者以6~15岁青少年为主,这一群体处于皮亚杰认知发展理论中的具体运算阶段到形式运算阶段,思维特点是从具象到抽象、从感性到理性的过渡,对直观的、可操作的、有趣的事物更感兴趣。因此,活动普遍采用可视化、可触摸、可操作的设计策略。例如,流态化技术的核心概念是固体颗粒在气流作用下呈现流体特性,这对儿童来说相当抽象。过程工程研究所的“小黄鸭戏球”活动通过巧妙的设计将小黄鸭埋在固体颗粒中,当气流打开时,固体颗粒流动起来,小黄鸭缓缓浮起,把抽象的流化现象转化为儿童熟悉的鸭子在水中漂浮的生活经验。这种设计降低了理解难度,并帮助孩子们在已有认知基础上建构新知识。

其次,对问题进行层次化设计 针对不同年龄段的参与者,同一活动可以设计不同深度的问题。年龄较小的儿童可以聚焦于观察现象,年龄较大的学生可以深入到解释原理的层次,更高层次的探究可以涉及设计改进。这种弹性设计照顾了混龄参与者的不同需求。

第三,对问题进行生活化表达 创工坊活动善于用生活化的语言包装科学问题。例如“干净的水从哪里来”活动,其问题直接采用儿童熟悉的日常疑问句式,通过对比水龙头里的清水与江河里的浑水,巧妙关联生活经验,从而

自然引发共鸣与探究兴趣。

通过真实性与适切性的平衡,创工坊活动实现了科学研究与科学教育活动的适配,为探究式学习奠定了坚实基础。

◎ 以动手实践为中心:多元化的学习类型

实践是探究的核心环节。科学节创工坊提供了丰富多元的实践活动类型,从内容和结构两个维度构建了立体化的探究学习体系。

③ 探究式学习内容的3种类型:满足不同的认知需求

按照探究内容的性质和目标,创工坊活动可分为实验探究型、工程制作型和科技文化浸润型3大类,在提供科学家、工程师2种角色体验的同时,可以深度体验、感悟科技创新文化。

实验探究型:像科学家一样思考 实验探究型活动旨在引导参与者完整经历“提问—假设—实验—结论”的科学探究过程,以培养科学思维和实验能力。过程工程研究所的“干净的水从哪里来”活动是该类型的典型代表。活动首先对现代饮用水处理厂的净水工艺等原理进行讲解,然后为每位小朋友发放一套儿童滤水装置。在科研人员指导下,小朋友们开始亲手搭建包含粗砂、活性炭、石英砂的三级过滤装置,并观察浊水经层层过滤后变清澈的过程。该活动不仅让参与者学习了水处理的基本原理和工艺流程等基本知识,锻炼了动手与观察能力,更通过亲身体会感受到科技改变生活的成就感,深刻理解“面对问题—分析原因—提出方案—实验验证—得出结论”这一科学思维的核心逻辑。

工程制作型:像工程师一样创造 工程制作型活动旨在引导参与者完整经历“设计—制作—测试”的工程实践流程,以培养工程思维与创造力。例如,力学研究所设计的“水火箭”活动,科研人员会先抛出“火箭为什么能飞上天”的问题,引入牛顿第三定律、作用力与反作用力等核心物理概念。随后展示水火箭的内部结构,并详细演示发射的全过程。在关键的向火箭内注水、打气加压等操作环节,科研人员会邀请参与者上台亲手完成。在这一过程中,孩子们不仅能清晰观察到每一个技术细

节，更在打气加压的阻力感与火箭升空的气流声中获得了强烈的感官体验，获得了工程实践的乐趣。此外，微电子研究所的“模拟光刻机”活动也是工程制作型的典型代表。活动首先通过光刻机积木模型向参与者展示精密设备的内部构造，将深奥的光学与机械原理转化为直观的物理模型。随后，参与者在科研人员指导下，以覆铜板为“画布”，亲手体验曝光与刻蚀工艺，将宏观的搭建逻辑延伸至微观图案的生成。这一过程将尖端的芯片制造工艺简化为宏观搭建、微观创造的实践环节，让参与者在亲手解决制作难题的过程中，深刻领悟从理论设计到产品产出的工程逻辑。

科技文化浸润型：理解科技与文化的交融 科技文化浸润型活动旨在融合科学实践、历史文化与创新文化，引导参与者理解科技与文化的互动，培养其综合素质与文化认同。这类活动既追溯古代科技成就，也以现代方法诠释传统技艺中的科学内涵。典型代表如自然科学史研究所的“小小工匠局”主题活动。活动分为钢铁工坊、纺织工坊、印刷工坊、司南工坊4个部分，参与者化身古代工匠学徒，在4大工坊完成进阶任务，最终获得“匠师认证”。在钢铁工坊中，参与者需使用低温锡膏和软木模具替代真实的高温打铁，在迷你锻台上将材料捶打成型，制作“汉代铁斧”挂件。在纺织工坊中，参与者采用卡片织机替代传统大型织布机完成杯垫编织。在印刷工坊中，参与者需动手排列活字、上墨、印刷，完成一幅作品带回家。而司南工坊则指导参与者制作一只“指南鱼”，体验古人的智慧。在清晰的科技史框架下，参与者系统理解了古代科技的硬核实力及其文化价值，有效增强了民族自信心和文化认同感。再如，动物研究所的“毛猴制作”活动，将北京非物质文化遗产毛猴（一种用蝉蜕、辛夷等中药材制作的手工艺品）与现代动物分类学知识相结合。参与者在科研人员指导下制作毛猴并同时探讨其生物原型，实现了传统手工艺与科学认知的跨界对话。这类活动通过做中学与跨学科融合，有效促进了参与者对科技与文化的综合理解。

② 探究结构的2种模式：灵活的学习路径

除了内容多元化，创工坊在探究结构设计

上也呈现出结构式与开放式并存的特点。

结构式探究：明确的流程和预期结果 结构式探究是指探究的问题、方法、步骤、结果都有明确设定，参与者在清晰的框架内进行探究活动。前文提到的多个活动，都采用了结构式探究模式，这些活动通常包含以下标准流程：①分组与导入，提出核心问题；②讲解相关科学原理与背景，确保参与者理解基本概念；③在指导下按照步骤动手探究，强调做中学，允许试错和调整，但要有明确的目标和预期结果；④总结成果并回顾知识点。这种结构式探究通过清晰的框架引导探究，确保参与者达成预期学习目标。

开放式探究：情境中的自由探索 开放式探究是指探究的问题、方法或结果具有开放性，参与者被给予自主探索的空间，以培养创造力与问题意识。例如，中国科学院空间应用工程与技术中心围绕太空探索主题，设计了系列活动，参与者可自由选择体验顺序。比如在“像航天员一样训练”活动中体验航天员的前庭功能训练内容；在“玩转空间站”活动中学习空间站的结构和功能，并在规定时间内将名牌贴在相应位置；在“我是太空科学家”活动中观看航天员在空间站对水稻进行取样操作的视频，然后使用科学手套箱亲手操作体验，适应手套的笨拙感，学会使用特殊工具，体会到太空科学实验的特殊性和挑战性。此外，中国科学院大学人文学院设计的“开启智慧之门”活动则是另一种开放式探究，参与者在遵循与门、或门、非门等逻辑规则进行闯关的过程中，在反复尝试中自主归纳逻辑规律。这种从体验中发现规律的学习方式，正是开放式探究的魅力所在。

◎ 以科研人员引导为支撑：多环节的专业引导

如果说真实问题是探究的起点，动手实践是探究的核心，那么科研人员引导就是探究成功的保障。

③ 科研人员的角色定位：从讲解员到促进者、示范者和引路人

在创工坊的探究式学习活动中，科研人员的角色发生了根本转变，从传统的讲解员成为



青少年体验“玩转空间站”活动

学习过程的促进者、科学研究的示范者和科学精神的引路人。作为促进者，科研人员通过提问与反馈引导参与者主动思考和探索；作为示范者，他们以自身科研经历和思维方式展现真实的科学探索过程；作为引路人，他们则重在传递科学态度和科学精神，通过言传身教影响参与者的价值观和人生观。

② 引导策略：前置讲解、过程指导与总结提炼

在科学节创工坊活动中，科研人员的引导贯穿探究全过程，在不同环节采用不同策略。

前置讲解：激发兴趣，建立认知框架 在探究开始前，利用短视频、实物展示或趣味提问，快速建构探究情境，激发好奇心，明确探究目标。

过程指导：适时介入，启发思考 在动手探究环节，科研人员需在放手探索和提供必要指导之间找到平衡。过度干预会剥夺学生的思考机会，完全放任则可能导致探究失败或流于表面。应采用示范而不包办、观察并适时提示、鼓励尝试和容错、引导观察和记录等指导策略。

总结提炼：知识升华，方法归纳 探究结束后的总结环节也至关重要，旨在实现认知升华和方法迁移。科研人员通过引导参与者反思过程与难点，并联系生活实际，帮助他们提炼要点。更重要的是将具体活动上升至一般方法论，如总结工程设计循环等可迁移的解决问题的思路，从而有效提升学习深度与能力转化。

◎ 成效与反思：模式的价值与优化方向

实践证明，创工坊的探究式学习科学教育

模式取得了一定成效，但同时也面临一些挑战。评估其教育效果，反思存在的问题，提出优化方向，对于模式的完善和推广具有重要意义。

① 科学教育成效

在认知层面，创工坊活动有效实现了核心科学知识方法的传递。通过动手实践，抽象的科学概念变得可触摸、可感知，核心的科学知识和方法在实践过程中得到了传递。这种基于体验的知识建构更加牢固和深刻。

在能力层面，参与者的动手操作与问题解决能力得到了极大的锻炼。活动中，参与者需要使用多种工具，完成多种复杂操作。可以观察到，同一个孩子在活动结束后的操作熟练度有明显提升；在动手实践中面对问题分析解决的过程中，其系统性思考和问题诊断能力也得到了锻炼。

在情感层面，参与者有机会近距离接触科研人员，在活动中主动向科研人员提问，分享自己的想法，建立情感联系，科学梦想的种子也悄然种下。

② 挑战与反思

科学节的活动通常人流量大，单个活动的体验时间往往被压缩在极短的时间内，如何平衡活动的参与度与思维深度，是巨大的挑战。目前部分活动仍存在探究性不足的倾向，未来需进一步优化活动脚本，让不同层次的参与者都能获得成就感。

此外，部分科研人员在活动引导过程中难以精准把握青少年的认知心理，仍习惯于学术型的语言。如何建立系统化的培训机制，帮助科研人员掌握教育心理学和探究式教学策略，在保持青少年科学兴趣的基础上培育科学志趣，是提升活动质量的关键。

最后，目前的活动多为各个研究所单兵作战，然而现实世界的真实问题往往是跨学科的。未来应加强跨所合作，设计综合性探究项目，整合多学科知识，培养学生解决真实问题的系统思维。

参考文献

- [1] (美) 国家研究理事会. 美国国家科学教育标准 [M]. 戢守志, 等译. 北京: 科学技术文献出版社, 1999.
- [2] “科学探究性学习的理论与实验研究”课题组. 探究式学习: 含义、特征及核心要素 [J]. 教育研究, 2001 (12): 52-56.