

科学教育系列报道之四

编者按:

今年浙江发布了《关于加强新时代中小学科学教育工作的实施意见》,正式提出“探索工程启蒙教育”。在中小学教育中引入工程启蒙教育,不仅是加强科学教育的重要手段,也是对学校课程结构现有不足的有效补充。近日,浙江—高贵林中小学工程教育交流会暨浙江省第三届工程启蒙教育会议在杭召开,记者在现场采访了相关专家和学校代表,共同探讨——

让学生学会像工程师一样思考



专家观点

□浙江省教育厅教研室 管光海

2010年和2021年,联合国教科文组织发布了两份关于工程的重要报告,强调了提升公众对工程的意识、政策了解以及整体认知的必要性,这被视为推进工程领域发展的关键策略。尽管工程的重要性不断被全球所认可,STEM教育已成为国际教育的热点议题,但在基础教育的STEM体系中,代表工程的“E”往往受到忽视,被认为是沉默的“E”。浙江省近年来工程教育进展明显,其中注重工程思维培养无疑是发展中的一个亮点。

为什么强调工程思维

对工程思维的关注,意味着学校工程教育实践已经从关注实践流程发展到关注实践内涵,以及工程教育背后的教育价值。工程思维是一种筹划性思维。认知与筹划是两类思维活动,前者是为了弄清对象的本来面目,回答“本来怎样”的问题,后者是为了对主题活动作预先设计,回答“应该怎样”的问题。筹划性思维的高级形式是工程思维。对于基础教育阶段的工程教育来说,目的不是培养工程师,而是培养学生像工程师一样思考问题、解决问题。这意味着学生的实践,不仅仅经历工程实践的流程,而且要经历与工程实践密切联系的思维活动和思维方式。

关注工程思维,我们更关注其背后的开放性解决问题的特征。工程思维的基本任务和基本内容就是要提出工程问题和解决工程问题。工程问题来源于主体的现实生活的现实需求和社会需求,工程问题的求解



实践探索

□杭州市学军小学 周鑫元
杭州市文新小学 罗园园

为学生的学习提供恰当的支持性工具是探索工程启蒙教育的重要一环。工程笔记是一个特别适用的工具。工程笔记原本是工程师在完成工程项目中进行记录、设计和回顾的笔记本,在开展工程启蒙教育时则更应挖掘其引导、支持和评价的教育功能。因此,本文中的工程笔记是一份引导“小工程师”经历工程流程,支持他们进行工程实践,并评价其工程经历,从而培养工程素养的学习工具。

一、工程笔记的“1+3X”模块化设计

工程笔记由作为“1”的基础模块和作为“X”的工程实践模块、资源策略模块、评价反思模块组成。

基础模块包括封面、温馨提示、工程一般流程、团队分工等固定内容,是工程笔记最基本的组成部分。

工程学习主要以工程实践的形式进

是造物导向的,具有明确的目的性、当时当地性。我们需要关注工程问题解决过程中的开放性。这种开放性包括:问题本身需要发现和明确;在约束条件下解决,依赖于情境,具有不确定性;允许多种方案来解决问题,允许失败等。开放性解决问题对于培养学生的创新能力是至关重要的。

如何在工程实践中培养工程思维

对于工程思维的培养,在学校的工程实践中已有不少体现,其主要表现为以下三个方面。

让学生经历工程设计。工程设计是工程思维的重要内容和表现形式之一,是把计划、规划、设想等通过图形、表格、文字、符号等直观形式表现出来的活动过程。例如,杭州外国语学校在设计火星上的风力发电机项目时设置了4项任务,包括逆向设计,理解地球上的风力发电机结构设计与人、物、环境等因素的关系;研究火星环境,基于火星环境,设计解决方案;自主评价,主动优化、试验组内交流评估;评价和优化。这背后蕴含着分析问题、设计方案、评估与迭代、沟通交流等工程设计环节。

在实践中凸显工程思维要素。工程思维从要素来说包括系统分析与运用、模型认知与建构、风险评估与决策。例如,湖州市湖师附小教育集团基于学校农场遇到的问题“到了节假日(假期),农场里的作物因无人照管或遇到极端天气,影响生长甚至导致枯萎,经常需要学生重新种植”,提出“如何充分利用已有空间,设计一个生态性强,又能时刻保障

●合适的支持性工具是学生学习不可或缺的助力——

以工程笔记支持学生工程学习

行。工程实践模块引导学生经历某一工程领域的具体实践,从而学习工程知识、掌握工程技能、培养工程思维、发展工程素养。工程实践模块能引导学生像专家一样思考工程问题,经历工程实践,完成工程项目。如“劳动工具改造”课的工程笔记在设计时应该考虑其所属的机械与制造领域的典型实践,包括需求分析、设计、成本评估、强度测试、多次迭代等。

工程实践并非一帆风顺,资源策略模块为过高难度的工程实践提供资源和策略支持,包括二维码、网站、知识加油站等资源以及程序、思维模型、范例、引导式提问等策略,帮助学生抵达最近发展区。资源策略模块可以促使学生合理地分配学习时间和精力,确保高效地完成工程学习。如提供常见材料价格对照表帮助学生核算成本,促进其成本意识的发展。

评价反思可以促进学生对工程系统化的理解。通过评价反思模块,学生可以发现

在设计、制作、测试等环节中的长处和短处,

植物茁壮生长的智能农场系统”这一驱动性问题,并围绕驱动性问题开展“智能农场系统设计”项目。项目实施过程运用了系统分析的方法,如在设计优化环节,有小组设计全透光屋顶,但是天气炎热时,温度会非常高。为了解决光照过强的问题,完善后的设计不仅增加了自动遮阳,还增设了通风系统。自动控制系统搭建环节也是模型建构与迭代的过程。实施中充分体现了比较权衡,例如各小组根据任务——梳理农场存在的困难,再整合组内成员的创意想法,经过反复比较、权衡,才形成统一方案,方案展示后小组成员对收到的意见进行分析、评价、比较、权衡确定采纳的意见和修改方向。

通过评价进行引导。通过评价,明示学习目标、聚焦行为表现、引导学习过程。例如桐乡市凤鸣高级中学从工程思维的内涵分级出发,设计了5个水平的工程思维表现,并以此为评价工具引导学生学习。如在设计““悬空式”多车位立体停车库”项目中,学生考虑立体停车库的主要功能、组成、设计制作所涉及的知识等,能就某一具体技术领域明确的技术问题,运用系统分析的方法;学生在构思外部整体结构及功能模块时,建构了虚拟模型进行测试,能初步运用简单的模拟试验对某一技术方案作出性能和风险评估。

后续如何进一步开展工程启蒙教育

后续浙江省将着力于在四个方面进行突破。

建构实践样态。旨在形成具有标杆意

义的工程启蒙教育实践模式。实践样态包括通过赋予学科教学、激发学科学习的方法,设立多样化的学校课程群,优化教学组织和管理以落实持续的实践活动,以及构建创新的学习空间等。这些样态不仅要清晰明确,可实际操作,而且还能广泛推广。

深化内容理解。聚焦技术和工程学科内涵,如先进制造、交通运输和医疗保健,并探索人工智能在这些区域的影响及其在工程教育中的应用。例如,当学生在构建小车时,他们实际上是在探索整个交通系统;在搭建塔楼时,实际上是在了解建筑领域;使用人工智能工具时,他们就是在体验人工智能的领域。这不仅激发学生对于技术和工程领域的热情,也增进其对未来职业生涯的认识。

培养工程思维。进一步增强工程思维的培育,这不仅是将学习焦点转向工程本质的理解和分析,也包括对模型构建的学习、权衡决策的训练和风险评估的策略培养。学生将通过挑战实际问题,学习应用理论知识,培养发现问题和解决问题的能力。

革新实践方法。在实践方法的革新上,着力于研究和实践面向开放性问题的解决策略。我们的目标不仅是解决问题本身,更在于通过构建真实学习情境,培养学生面对失败时的应对策略,并通过不断迭代来提升问题解决能力。这会涉及以设计思维和动手操作为核心的教学法,鼓励学生通过工程项目来加深理解并应用所学知识。学生工程思维培养的关键在于教师指导策略的更新,即教师采用更为多元和互动的教学策略,这样学生在学习过程中能够获得更多的引导和支持。

好地完成工程实践。

小组使用,促进合作化学习。在小组进行工程实践时,一般可以合作使用工程笔记,确保每个成员都有合适的职责和任务。平时存在感较弱的学生应特别关注,可以作为工程笔记保管员加强参与感。同时应鼓励组员多沟通多交流,不仅能集思广益,还能促进知识的共享与传递。要注重团队协作与信任的建立,营造积极向上的工作氛围,让每个成员都能充分发挥自己的优势,共同推动项目的成功。

留痕回顾,开展持续性评价。系统地留痕回顾与持续生成的评价是工程笔记的一大优势。除工程笔记本身设计的评价反思模块直接提醒学生回顾并自我反馈外,在工程实践的任何阶段都可以向前翻阅曾经思考、交流和记录,促进下一阶段的工程实践,也更好地促进元认知的发展。这样,工程笔记不仅成为记录工作成果的载体,更能推动持续改进,成为提升自我监控能力的有力工具。



他山之石

●综合培养学生的设计思维、技能和技术应用能力是工程教育的难点。看看加拿大不列颠哥伦比亚省的尝试——

加拿大ADST课程:培养设计思维、技能和技术应用能力

□杭州市西湖区教育发展研究院 方慧青
杭州绿城育华小学 王伟丽

应用设计、技能和技术(ADST)课程是加拿大不列颠哥伦比亚省教育部授权的特色课程,是一种综合性的跨学科课程,旨在培养学生的设计思维、技能和技术应用能力。

一、指向未来公民教育的ADST课程目标定位

ADST课程目标包括商业、教育、家政学、烹饪、信息技术、通信技术 etc 学科及新兴领域的技能和概念,培养学生设计、制造、获取与应用技能和技术的能 力,促使学生成为有社会影响力、创造力和问题解决能力的未来公民,为改善个人和社会生活环境作出贡献。

二、借大概念引发学科联动的ADST课程内容设计

在该省“知道—理解—做”的课程模式引领下,ADST课程引入大概念进行学科联动。围绕大概念,ADST课程各年級纵向具备详细清晰的学习能力标准,横向内容进一步细分,包括计算思维、数字素养、企业家精神和营销、食品研究、媒体艺术等。从幼儿园到小学三年级,学生有目的地开展游戏化探索,激发学习兴趣。四至五年级学生在跨学科活动中结合其他学习领域的内容,逐步发展具有实用性、创造性和现实生活需要的基本技能。在ADST课程中,初中学生探索特定领域,高中学生可以根据个人兴趣选择模块化课程,深入了解某一职业领域。

三、ADST课程设计与实施的主要特征

(一)在跨学科实践中落实工程教育
跨学科实践中,ADST课程作为STEAM

教育的重要载体,凸显了工程学科在跨学科融合学习中的重要地位。以五年级科学课设计帆船为例,将科学、工程、社会综合研究等多学科融为一体,通过讲述探险家撑船抵达加拿大的历史故事,引导学生认识各学科的关联性。在学校教育中,各科目逐渐相互联系,学科界限变得模糊,取而代之的是学习的整体性方法。通过跨学科实践中落实工程的过程,学生的工程实践成为培养各类素养的桥梁,有助于提升学生的创造性思维、批判性思维和适应能力。

(二)运用设计思维激发学生创造力

ADST课程重视培养学生的创造力和探索能力,学生通过创建项目来了解背景、锁定问题、酝酿解决方案、设计雏形、进行测试、制作和分享。例如在图书馆和学习共享空间,学生们运用设计思维,精心打造了一个纸板阅读区,项目完成后,这个阅读

区受到了大家的喜爱,并持续被使用。ADST课程的独特之处在于,它强调“制作”“分享”“测试”同样重要。学生们在每个阶段都积极学习。ADST课程的目标之一是,借助设计思维来思考改善他人生活的方法,通过同理心来理解他人的需求,帮助学生了解如何运用自己的技能发现挑战并以创造性的方式解决挑战,为学生应对未来多变的学习和生活环境做好准备。

(三)社会责任驱动下的工程实践

ADST课程促使学生关注并解决社会问题,鼓励学生与原住民社区合作,学会如何运用工程知识和技能应对具体的社会挑战,培养他们的社会责任感和解决问题的能力。例如利用一款游戏来关注人与环境的关系,让学生在虚拟环境中模拟和体验真实的社会情境,从而更深入地理解人与环境之间的关系,培养团队合作和社会参与能力。

编后

浙江自2016年开展STEM教育探索以来,一方面重点关注学生 学习方式的转变,特别是项目化学习的变革,探索积累了不少经验;另一方面聚焦于当前实践的薄弱环节,也就是STEM教育中的“E”,即工程教育,来寻求突破。这与加拿大专家多次提及的ADST课程十分接近。

在浙江省教育厅教研室副主任张丰看来,自2022年的浙江省第五届STEAM教育大会上,提出“唤醒沉睡的E”,确定中小学工程启蒙教育的方向后,一步一个脚印,召开了3次工程启蒙教育研讨会,其关键词可以概括为“愿景”“本质”“力量”。从提出发展中小学工程启蒙教育的目标;到了解中小学工程启蒙教育的实质是什么,让学生在开放性解决问题的过程中开始基础实践的积累;到如今,全省各地已有数千名关注工程学习的教师,形成一支专业队伍,工程学习在助推学习变革中体现出自身的力量。

在日前召开的浙江—高贵林中小学工程教育交流会暨浙江省第三届工程启蒙教育会议上,加拿大同行两次提及对AI的理解与AI学习。生成式AI的学习应用其实与工程学习很相似,它们都将是教育与学习的题中之义,都是赋能教育、拓展学习深度和广度的隐藏力量。



扫一扫,关注“浙江教育报 前沿观察”
微信公众号,了解教育前沿观点