

编者按: 中小学技术与工程启蒙教育是基础教育回应国家创新驱动发展战略, 创新人才培养的重要举措。国家在基础教育中加强 STEM 教育, 技术与工程教育是其中的难点, 而设计教育是技术与工程教育的关键之一。浙江省教育厅在 2019 年度全省教育重点工作中提到: “在中小学探索技术教育、工程启蒙教育课程建设, 推动劳动与技术课程的改造升级。” 因此, 以 STEM 教育理念为切入点, 技术与工程领域的课程和教学方式变革正成为课改不断深化背景下有效解决传统教学弊端, 促进学生素养提升以解决真实问题的教育热点。本期聚焦中小学技术与工程启蒙教育, 就其价值、实施情况作一介绍, 并就教育中难点问题的破解提供一些实践案例, 以予借鉴——

推进中小学技术与工程教育, 为培养创新人才奠基

中小学技术与工程启蒙教育的浙江探索

□浙江省教育厅教研室 管光海

在 STEM 教育成为国际教育潮流的背景下, STEM 教育中的技术与工程教育的重要性不断凸显, 从原先的不受关注逐渐发展为广受关注。我们对中小学技术与工程启蒙教育的探索既是基于国际教育发展趋势的把握, 更是基于对我省教育发展需求的分析; 在目标和内容建构上既积极吸取国际技术与工程教育的先进经验, 更具有浓厚的本土化探索色彩。

当前, 创新驱动发展已成为国家优先战略, 科技创新处于战略的核心地位。我省近几年积极实施“科教兴省、人才强省”战略, 并提出建设“创新强省”的目标。在这个背景下, 加强创新人才培养已成为必然趋势, 这不仅需要高等教育有所行动, 而且需要基础教育阶段有所回应。

中小学技术与工程教育也是新时期推进劳动教育的重要路径。在人工智能时代, 劳动教育不应仅仅局限于简单的体力劳动, 而应追求创造性劳动。从劳动教育应培养学生热爱劳动、形成职业意识的角度来说, 中小学技术与工程教育涉及领域广泛, 是引导学生生涯发展规划的重要手段。

中小学技术与工程教育还是弥补现有基础教育课程结构性缺陷的重要举措。现有基础教育课程以知识性课程为主, 而应用性、实践性课程缺乏, 应用学习、设计学习、项目学习、操作学习等指向问题解决、注重培养学生实践应用能力的学习方式过少。从课程结构来说, 普通高中阶段已设立了应用性特征明显的通用技术课程, 然而义务教育阶段还缺乏与之相应的课程。因此,

以应用实践为主要特征, 解决真实情境问题的中小学技术与工程教育有助于平衡和完善现有的课程体系。

开展中小学技术与工程启蒙教育, 既要充分理解其提出的时代背景和现实需求, 又要深刻认识其蕴含着的丰富的育人价值。技术与工程教育不仅在培养学生技术意识、工程思维、创新设计能力等方面具有独特的价值, 而且在培养学生解决复杂问题能力、团队合作能力、沟通能力, 以及生涯发展规划等方面具有独特的作用。

为此, 需要构建以技术与工程素养、创新设计能力为主旨, 以技术与工程设计为主线, 以能源、交通、建筑、电子、机械等工程领域为情境, 以技术与工程核心概念和基本技能为主要内容, 以设计学习、项目学习、操作学习为主要特征的课程体系。而开发与该课程体系相匹配的技术与工程项目也成为开展中小学技术与工程启蒙教育的重要工作。通过技术与工程项目, 学生经历发现与明确问题、制订设计方案、制作原型或模型、优化方案等一系列设计过程。在这个过程中, 技术、工程、设计等主要内容贯穿其中, 学生不仅仅是设计与制作有形的作品, 更重要的是在复杂问题的解决过程中, 经历系统比较、权衡、决策等高阶思维过程, 形成工程思维; 在经历约束条件下多方案解决问题并不断迭代、优化的过程中, 培养创造性思维; 在工具使用、材料选择、工艺规划、模型制作、技术试验的过程中, 形成对技术与工程的亲近感、敏感性, 以及与其相联系的规范意识、质量意识、环保意识、伦理意识等。而能源、交通、建筑、电子、机械等工程领域构成了工程设计与实践的背

景, 是学生认识技术与工程相关职业的重要载体, 是学生职业启蒙教育的重要手段。

浙江省对中小学技术与工程启蒙教育的实践探索已经进行了几年。早在 2012 年, 我们依托义务教育劳动与技术课程, 利用教材修订契机开展研究, 打破过去以技能训练为主要目标的教材体系结构, 构建以培养学生创新设计能力为目标、以作品设计与制作为主线的劳动与技术教材新体系, 并进行设计与制作实践。2015 年开始, 我们将“工程设计”确定为劳动与技术课程目标之一, 并在内容上设立工程技术、工艺技术、农业技术、家政四大领域。在拓展性课程框架上提出跨学科的以工程设计为主线的科创(STEM)课程, 以及包含设计的创造发明(创客)。

2018 年开始, 我们开展了设计思维研究, 与浙江大学一起开发了聚焦“设计思维”的中小学设计课程, 确定小学、初中、高中课程以“感知与设计”“技术与设计”“系统与”三个方向为课程主轴, 结合各阶段学生能力特点, 开发了设计体验与实践项目, 包括“设计侦探之物的属性”“设计侦探之场景分析”“拆解与重构”等, 并在 5 所学校开展了教学实验, 取得了较好的效果。

下一步, 我们将加强对工程教育的研究, 包括课程内容的确定、项目的开发等, 并且需要系统规划技术、工程、设计部分的有机融合。我们期待每位学生都能受惠于中小学技术与工程启蒙教育。这不仅需要教研部门的研究和推广, 而且需要教育行政部门的引导和推进, 还需要社会研究机构、企业、高校等的支持和协作, 更需要学校智慧性的实践和探索。

实践探索

这些难题怎么“破”

虽然知道技术与工程教育的种种理论, 但对于中小学来说, 如何具体开展技术与工程启蒙教育仍有困难, 尤其是以下几个难题:

A. 学校如何构建合适的课程群?

杭州市保俶塔实验学校: 跨科统整 架构体系 博观约取

作为全国 STEM 教育领航学校和浙江省首批 STEM 种子学校, 学校积极开展“技术与工程课程群”的建设探索, 培育学生的创造能力, 提升学生的分析能力, 迁移学生的实践能力, 形成了独具特色的实践创新路径。

遵循“为理解而学、为生活而学、为学科而学”的跨学科学习理念, 学校以三元智力理论为依托, 基于项目学习, 关注具备“真实性、劣构性、趣味性”特征的真实问题解决, 建构了六大领域 20 余门课程组成的“技术与工程课程群”, 跨科特色鲜明: 从信息智能领域的“关怀与创造”“智能机器人”“创意编程”到航空航天领域的“海洋探秘”“跨洋航线”, 涵盖智能与创新; 从电子遥感领域的“电子百拼”“设计教学”到工艺人文领域的“陶艺”“木工”“布艺”, 融合科技与人文。

结合学校特色, 学校将“智能编程、遥控测向、奇迹建模、设计课程”等体现技术与工程维度的内容融入课程体系, 在拓展性课程和基础性课程中以学科实践和创新实践两种类型实施。

学校倡导学生运用工程设计思维解决真实情境问题, 致力于探寻学生创造、分析、实践能力的长板。学习方式变革源于教学形式的打磨, 学校以“全域参与, 多元跨界”明确教学特点, 安排具有科学、信息、劳技等各工程技术学科背景的教师进行课程教学和资源开发。开展“全景”教研, 每两周四组织主题研修, 开展技术与工程教学内容的轮流主讲, 邀请教研员与专家进入课堂, 以工程视角看问题, 以设计思维求创新, 提升课堂教学能力。每学期教师开展一次技术与工程领域的项目尝试, 研磨一堂课, 撰写一个案例; 学校至少提供一次考察、一次培训, 为教师购买一本书。以“六个一”的形式, 促进教师成为“技术的专家、工程的行家、自我提升的学问家”。

学校在关注知识的内化、迁移和重组创新中, 引导学生“像科学家一样思考, 像工程师一样解决问题”; 在设计并完成实践作品的过程中, 提高学生的动手能力, 培育其设计思维。如: “关怀与创造”课程引领学生以关怀之心发现校园中的真实问题, 融合多学科知识创造性设计作品; 设计课程在学习思维工具的基础上获取相关信息, 进行游戏化设计……

如今, 学校形成了适合技术与工程课堂的“观察发现、同理共鸣、创意设计、协同实践、交流迭代”的学习过程, 以“作品、合作、知识掌握”多维度评价, 形成了较为系统的学科知识图谱, 对技术与工程领域的材料、美学、结构有了初步认识, 实现了创造、分析、实践能力的启蒙。

(执笔: 李一帆)

B. 如何基于设计思维进行创造力培养?

杭州绿城育华亲亲学校: 给学生提供有效的思维工具

设计思维是一套创新性解决问题的方法论体系, 它包括分析、创造的过程, 以及一系列促进创新生成的技能。学校在 STEM 课程中关注设计思维, 培养学生综合解决问题的思维方式, 最终指向创造力的培养。

为了更好地培养学生的创造力, 学校成立了项目组, 引进专家共同研发 STEM 课程项目学习, 规范课程管理机制, STEM 教师团队固定教研、分享经验。课堂教学中采用协同教学的约课制, 充分保证学生在解决问题过程中面临的多学科知识和技能的需求。

项目式的学习需要以设计思维为主线贯穿整个学习过程, 经实践, 学校提炼出发现问题、问题定义、方案构想、模型制作、测试优化、展示交流等“六环节”教学模式。

如何借助设计思维的训练来提升学生的创造力, 我们的做法是: 首先, 要让学生有创新意识, 学会以同理心去发现问题。设计始于对人性需求的理解, “以人为本”

的理念应该贯穿整个项目。基于对人的深入了解, 才能解决真正的问题, 这样的问题才是有价值的, 我们的教育意义也才真正发生。

其次, 创造力的培养需要设计有效的思维工具。当学生面对需要解决的问题时, 我们要引导学生提出不同的解决方案, 并让他们理解: 创意是一条曲线, 而不是一条直线。同时, 提供给他们思维发散的工具, 借助“635”法、强制类比法、思维导图等方式, 鼓励学生发散思维, 引导学生把想法进行可视化的表达。如定义问题需要有效的维度来规定。经过实践, 我们确定了以下四个维度: 人——为某用户思考; 物——能联系到人与物体的关系; 真实——问题与场景相关, 真实存在; 目标——考虑最终目标。同时, 给出了问题定义的公式: 我们该(如何), 为(谁), 做点(什么), 好解决(什么问题)。

(执笔: 陈燕燕)

C. 如何以项目学习为载体培养技术与工程素养?

杭州市胜利实验学校: 梳理项目学习的“智造六环节”

未来学生既要有像设计师那样面向问题形成创意的能力, 也要有像工程师那样解决问题的技术方法。而这些技术与工程素养的培养应落实到具体的项目中去。学生在综合性的、具有挑战性的长周期项目实施过程中, 不断完善思路、体验过程。经过实践, 我们总结梳理出了适用于学生工程项目学习的“智造六环节”流程图, 包括成员招募、方案优化、绘制草图、绘制程序、动手成型、测试迭代等环节。

以“猜拳机器人”项目为例。首先引导学生绘制“石头剪刀布”的平面图案并转化为三维模型, 学校做好模型的打印工作。接着通过两个小任务了解超声波传感器和舵机的使用方法, 独立思考“如何随机调用舵机”“超声波传感器响应应具备的条件”。在此基础上, 通过小组讨论写出代码, 集体讨论程序的内在逻辑, 并

(执笔: 余国罡)

专家观点

设计思维在 STEM 教育中的价值

□浙江大学计算机科学与技术学院副教授 张旭生

设计思维, 是一种以人为本的创新方式, 其核心是以问题为导向, 通过深入分析理解问题产生的背景, 催生创造性的洞察力, 并理性地分析和找到最佳解决方案, 通过多学科知识手段加以实现。设计思维概念自 1987 年由哈佛大学设计学院院长 Peter G. Rowe 首次提出以来, 已经被广泛应用于工业、建筑、商业等领域。20 世纪末期, 一些国家开始逐渐尝试将设计思维融入教育系统之中。目前, 设计思维运动已引起了世界范围内的设计教育探索, 在 21 世纪的教育领域发挥着越来越重要的作用。

设计思维作为一种新的理念和路径, 契合我国对于创新型人才培养的需要, 结合浙江省设计课程的开发与实验项目, 可以这样认识其基本内涵及对学生思维发展的价值:

其一, 设计思维强调“以人为本”。与传统教学思维相比, 设计思维在问题思考和过程分析方面有很大的不同, 通过“以人为中心”的思考方式激发核心驱动力, 帮助学生建立从元素分析到整体重构的认知模式, 是一种较为感性的分析方式。目前, 浙江省在 STEM 教育推进上, 活动形态逐渐清晰, 实践意义逐渐明确。在推进深化的过程中, 可以结合 STEM 教育项目式的跨学科教学形态, 以设计思维作为引领, 使研究逐渐深入。

其二, 设计思维是一种解决问题的思维方式或策略模式, 为学生提供设计过程中所需的策略、方法及工具。在具体的策略方法上, 它为学生提供了一套系统的模式, 学生通过它学习如何共情、创意思维、原型迭代等, 参照设计思维方法的操作过程框架, 按照其方法, 一步步完成设计制作的过程, 从而使得设计、制作、创新变得简单、透明。且有了思维支架和设计工具的支撑, 教师的教学也会变得更加直观高效。

其三, 设计思维描述的是问题的创新解决过程。设计思维强调按照设计过程对学生进行思维训练, 在整个问题解决过程中, 学生的思维轨迹不是单一线性的, 而总是围绕着从发现问题、分析问题到解决问题这样一个闭环, 从而让学生掌握思维工具方法及对整个流程的把控能力。

设计思维是通过洞察对象形成从“感性—知性—理性”的认识, 并通过使用或构建有效的思维路径, 不断生成新的问题解决策略, 进而创造性地形成解决问题的思路与方案。无论从方法层面还是从思维方式或是创新过程层面来看, 设计思维就是一座连接问题初始和解决问题的桥梁, 也是运用一系列创新方法来解决问题的思维过程。在具体的教学应用中, 实验课程的开展正是希望将设计思维作为支持学生创新思考的方法论, 通过为学生提供完整的思维方法和工具策略, 帮助学生提升学生的认知技能和创造力。与此同时, 在强化设计思维及相关能力训练的过程中, 设计课程可与其他课程相互补充, 连接融合各学科教学形成教学生态的有机整体。

声音

加强技术与工程教育的意义, 并不完全在于培养工程师, 而是探索教育教学的变革, 从偏重“学术取向”的学习向兼顾“应用取向”的学习发展, 从“知识积累”的学习向同时注重“素养发展”“思维发展”的学习发展, 逐步将理论性的科学思维、试错性的工程思维和现实性的设计思维相结合, 使学生真正实现“认知学习”和“人的社会性成长”的平衡成长。

——浙江省教育厅教研室副主任 张丰

技术与工程教育强调培养学生的整体工程技术素养, 这是中国基础教育中的短板, 也是我国教育改革的增长点。使命崇高, 责任重大, 任务艰巨。

——教育部普通高中技术课程标准研制组组长、国际技术与工程教育协会中国中心主任、南京师范大学教育科学学院院长 顾建军

我们培养人的目标是德智体美劳全面发展、具有全球竞争力的高素质创新人才和领导者, 培养体系要求体现知识传授、能力培养、素质提升、人格塑造诸方面协调发展。就工程教育而言, 其关注点应该是知识、能力、素质三位一体, 即要求有一定的基础知识及合理构架, 又要有自主学习、创新、动手实践等能力, 具备团队协作、吃苦耐劳、精益求精、勇于面对困难等素质。工程能力和素质是创新精神与能力培养的基础, 而相关的思维与习惯的养成必须从小抓起, 科学与工程, 不可偏废。

——浙江大学工程训练中心原常务副主任、浙江创客教育基地联盟理事长 周继烈

在中小学进行技术与工程启蒙教育的意义, 在于培养应用知识的能力和系统解决问题的能力。课堂上学到的一般是结构良好的知识, 都有一个正确的答案。而现实中的问题往往是复杂的, 很少有标准答案, 解决问题需要各种合适的技术。因此, 技术教育是培养发现问题和解决问题的能力。而工程教育是建立系统的概念, 做成一件事单靠一两技术是不够的。譬如造一座桥需要力学、结构、材料、地质等技术, 还要有项目管理、资金预算等能力。

——杭州电子科技大学教授 叶丹