

青少年科技创新素质的培养途径

胡卫平 *

(陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室, 西安 710062)

[摘要] 针对我国青少年科技创新素质培养存在的问题, 基于国内外的经验和 20 多年的研究与实践, 探索并提出了青少年科技创新素质培养的途径, 主要包括: 营造创造性的环境、实施思维型的教学、促进课程教材改革、开展拔尖人才的早期培养和培养创造性的教师。

[关键词] 青少年 科技创新素质 培养途径

[中图分类号] G623.6 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2020.06.001

自 20 世纪 50 年代以来, 随着科技、经济和社会的发展, 科技创新人才越来越成为国家与地区之间竞争的关键因素, 大力加强创造力研究, 培养科技创造性人才, 促进科技创新, 得到世界各国政府和学术界的高度重视。我国早在 20 世纪 90 年代末就提出: 加快国家创新体系建设, 解决科技与经济相脱节的问题, 促进科技成果的转化和推广。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》提出: 要提高自主创新能力, 建设创新国家。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》提出: 要加快教育改革创新, 促进创新型拔尖人才的成长。党的十八大明确提出: 科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑, 必须摆在国家发展全局的核心位置。要坚持走中国特色自主创新道路, 以全球视野谋划和推动创新, 提高原始创新、集成创新和引进消化吸收再创

新能力, 更加注重协同创新。十八届三中全会再次提出: 要把创新摆在国家发展全局的核心位置。十八届五中全会进一步提出“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念, 把创新放在首位, 用创新统领各项工作。科技创新的关键是具有大批科技创造性人才, 科技创造性人才所具备的素质称为科技创新素质, 主要包括学习动机与能力、知识的深度理解、批判性思维等基础素质, 以及创造性思维和创造性人格等核心素质。青少年时期是一个人科技创新素质发展的关键期, 但研究表明: 从一年级到八年级, 学生的课业负担连年加重, 而创造性人格却逐年减弱^[1]; 13~17 岁, 随着年龄的增大, 中国青少年的创造性技术产品设计能力持续下降^[2]。2015 年的国际学生评估项目(PISA)测试结果表明: 中国青少年想从事科学相关行业的比例为 16.8%, 远低于美国(38%)和经济合作与

收稿日期: 2020-12-08

* 作者简介: 胡卫平, 陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室主任、教授, 研究方向: 科学教育、发展与教育心理学、教育神经科学, E-mail: 1277866738@qq.com。

发展组织(OECD)国家的均值(24.5%)。总体来讲,青少年科技创新素质的培养面临着需求与供给的矛盾突出、校内与校外的整合不足、教师与学科的支撑缺乏、课程与教学的质量不高、科研对教学的促进不够、政策与经费的支持缺少等多方面的挑战,从宏观层面上需要解决以上问题,从微观层面上也需要探索有效的培养途径。

1 营造创造性的环境

从广义来讲,环境泛指存在于有机体之外,并且对有机体产生影响的一切要素之和,包括自然环境、社会环境和人文环境,它囊括了对人发生影响的一切过去、现在和将来的人、事、物等全部社会存在。Bronfenbrenner把个体的社会生态系统划分为微系统、中系统、外系统、大系统和长期系统5个子系统^[3]。在研究青少年科技创新素质培养时,我们可以从狭义的角度来理解,主要指影响学生发展的因素。

营造创造性的环境,是培养青少年科技创新素质的必要条件。影响青少年科技创新素质发展的环境主要包括社会环境、学校环境、班级环境和课堂环境4个层次。社会环境包括政府环境、行政支持、社会氛围等,既涉及经费投入、硬件条件、科研支持、活动组织等,也涉及民主、自由、宽容、合作的氛围等。学校是师生创新发生的场所,其特点对师生创造性的表现和创新素质的发展具有基础性的影响,这一点正越来越受到研究者和教育实践者的认可。关于学校环境的定义,国内外很多学者都提出了自己的看法,但并未达成完全统一,但大部分研究者都认为,学校环境包括人文环境(包括规章制度)和物质环境两个方面。人文环境指学校所有的成员,特别是校长和教师的思想意识、舆论

导向、心理素质、人际关系(包括师生关系、同伴关系、教师之间的关系、教师与领导之间的关系等)、价值取向、教风学风、精神风貌等有利于学生创新素质的发展,具有正确的教育观、知识观、人才观、质量观和评价观等,坚信每一个学生都有一定的创新潜能,坚信在学生创新素质的发展过程中,教育起着主导作用;学校应确立以人为本的办学理念、管理体制、组织机构、规章制度等,能够为教师的成长、学生的发展和创新素质的培养提供组织上的保证。物质环境指校园建筑、校容校貌、教学设施等,能对学生创新素质的发展产生积极的潜移默化的影响。班级环境指班级具有和谐的教育情境、优良的班风学风、有效的激励机制、浓郁的文化氛围、民主平等的师生关系、生动活泼的风貌等。课堂环境指教师采取民主型的教学方式,平等地对待学生,构建以培养创新素质为核心的“学生主体”教育观念;鼓励学生独立思考、大胆质疑,让学生敢于标新立异、敢于挑战权威;形成学生主动学习、积极参与的生动活泼的课堂教学氛围^[4]。

影响学生创新素质发展的四个层次的环境,可以分成两个维度,一个维度是物质与认知,另一个维度是文化与非认知(或者社会心理)。物质与认知主要看能不能给予经费、设施、自然、活动等方面的支持,为学生提供参加各种创新活动、完成各种实践项目的机会,解决各种高认知的、开放性的问题,引导学生自主探究、合作交流、积极思考,充分发挥高阶思维的作用。文化与非认知主要指为学生提供安全、宽松、民主、平等、和谐的社会心理环境,使学生敢于想象,敢于提出问题,敢于挑战权威,敢于突破常规,从而形成创新的人格;在学习和活动中,只有学生经常得到肯定、赞扬、鼓励、

欣赏,才能树立自信和自尊,形成自主、独立的人格特点,产生克服困难的意志,并且这种社会心理环境能够上升到一种文化。从广义来讲,文化指人类在社会历史发展过程中所创造的物质财富和精神财富的总和。从狭义来讲,文化是凝结在物质之中又游离于物质之外的,能够被传承的国家或民族的历史、地理、风土人情、传统习俗、生活方式、科学技术、文学艺术、行为规范、思维方式、价值观念、教育思想等,它是人类相互之间进行交流的普遍认可的一种能够传承的意识形态,是对客观世界感性上的知识与经验的升华。文化可以具有导向功能,可以为人们的行动提供方向和可供选择的方式,影响人们的世界观、价值观、思维方式、人格特点等。自20世纪90年代以来,美国不断进行教育创新,坚持一个“中心”、三个“结合”,即以学生为中心,课内与课外相结合、科学与人文相结合、教学与研究相结合,逐渐形成了独具特色的创新素质培养文化。强调教育的实践目的,注重训练学生的思维能力和多学科交叉,是英国创新素质培养的特色。

在我国,科技创新人才培养的文化尚没有形成,科技教育没有得到政府、社会和学校的充分重视,缺乏系统的政策支持,缺少资源的有效整合;人才培养体系不够完善,教师队伍特别是小学科学教师队伍素质堪忧;研究经费严重不足,研究队伍极端匮乏,研究成果远远不能支撑我国科学教育的改革和发展;学生解决实际问题的能力不强,批判性思维能力和创造性思维能力不高,内在学习动机持续下降。我们要营造创新的文化,在学校层面,要像重视语文、数学一样重视科学;在政府层面,要像重视科学研究一样重视科技教育研究,要像强调传统文化、艺术、体育、劳动一样强调科技教育,模仿发

达国家和地区的做法,在自然科学基金中持续设立科技教育项目,加大研究经费投入,加强科技教育人才的培养,为科学教育水平的提升提供有效的支撑;在社会层面,提倡独立思考和创新理念,努力探索自然,改变世界。另外,鼓励质疑的精神,形成基于证据和逻辑的思维;倡导文理交叉、理工融合,重视STEM教育,开展丰富多彩的科技创新活动,培养学生的创造性思维和人格。

2 实施思维型的教学

教学创新是创造力培养的主渠道,世界各国和学术界提倡“自主学习、合作学习和探究学习”,倡导“学思结合、知行统一和因材施教”的教学模式,实施基于思维的学习^[5]和教学^[6],并通过提出创造性教学理论^[7]、训练创造性思维技能^[8]、建立英才教育体系等方式,培养青少年的创新素质。

教学活动是教师教授的活动和学生学习的活动的有机统一。对于教师教授的活动来讲,明确教学目标、了解学生基础、进行教学设计、创设教学情境、组织教学活动、反思教学过程等,核心活动都是思维。对于学生学习的活动来讲,无论是明确学习目的、感知学习材料、理解所学知识、掌握学科方法、迁移运用知识、反思学习过程还是提出问题、分析问题、解决问题、师生互动、生生互动等,其核心活动也是思维。因此,思维活动是课堂教学中师生的核心活动。近20年,我们系统总结了教学思想的研究成果,全面概括了学习研究的最新进展,深入分析了核心素养的培养途径,利用脑科学、行为科学、教育实验等方法研究了教学的本质及规律,建立了思维型教学理论,核心思想体现为思维型教学五大基本原理。

第一,动机激发。动机作为非智力因素之

一，不仅是其他非智力因素的前提与基础，更对创造力发展有着重要作用。斯滕伯格和鲁伯特提出了一种创造力投资理论，认为有6类相互作用的资源会影响创造性的表现，即智力过程、知识、类型、人格、动机和环境^[9]。阿马比尔提出了创造力的三成分模型，认为创造力是领域相关的技能、创造力相关的技能和任务动机三种成分综合作用的结果^[10]。在教学过程中，要创设良好的教学情境，设置适当的问题情境，激发学生的内在学习动机，调动学生学习的积极性，使其产生强烈的求知欲，保持积极的学习情感与态度。

第二，认知冲突 (cognitive conflict)。认知冲突指认知发展过程中原有认知结构与现实情境不相符时，在心理上所产生的矛盾或冲突。皮亚杰认为，顺应或调节是解决认知冲突的有效方法，只有通过调节不断解决认知冲突，才能促使人的认知活动不断丰富和发展。在课堂教学中，教师要根据课堂教学目标，抓住教学重点，联系已有经验，设计一些能够使学生产生认知冲突的“两难情境”，或者看似与现实生活和已有经验相矛盾的情境，以此激发学生的参与欲望，启发学生积极思考，引导学生在探究问题的过程中领悟方法、学会知识、发展能力，主动完成认知结构的构建过程。

第三，自主建构 (autonomous construction)。自主建构包括认知建构和社会建构两个方面。根据建构主义的认知建构思想，在课堂教学中，教师应恰当地列举生活中的典型事例，唤起学生已有的感性认识；运用观察和实验来展示有关事物发生、发展和变化的现象和过程；联系学生已有生活经验和已有知识进行教学；要重视概念、规律、理论等的形成过程，让学生掌握建立概念与规律、形成知识、分析问题、解决问题的方法；提出高认知问题，重视探究教学，使学生掌握知识之

间的联系及关系，在大脑中形成“富有弹性”的知识网络，建构合理的学科结构，为学生创造力的发展打下良好的基础。建构主义理论的社会建构思想，体现在课堂教学中，主要是课堂互动。课堂互动是课堂教学中最基本、最主要的人际交往，也是一种常用的教学方式。在课堂教学情景中，教师和学生之间、学生和学生之间发生具有促进性或抑制性的相互作用、相互影响，进而达到师生心理或行为的改变。从课堂互动的主体来讲，有课堂师生互动和课堂生生互动；从课堂互动的内容来讲，有认知互动、情感互动、行为互动^[4]。行为互动是课堂教学中师生的外在表现，情感互动是思维互动和行为互动的基础，而思维互动则是互动的核心。在教学过程中，创设平等和谐的互动情景，促进师生和同伴之间团结友爱、互帮互助的正向情感的建立，激发师生和同伴之间积极的思维互动^[4]，可以有效促进学生创造力的发展。

第四，自我监控 (self-regulation)。自我监控是主体将活动本身作为意识的对象，不断对其进行积极主动的计划、检查、评价、反馈、控制和调节^[4]。自我监控能力不仅是教师教学能力的核心，而且是学生学习能力的核心，影响着教学过程和教学效果，也影响着学生创造性的发展。教学监控能力包括课前的计划与准备性、课堂的反馈与评价性、课堂的控制与调节性和课后的反思性。在教学设计环节，不仅要设计每节课，还要有一个长期的教学规划（包括知识教学、能力和非智力的培养）和系统的教学设计。在教学实施环节，要监控整个教学过程，根据教学实际情况，合理调整教学难度、教学方法和教学速度。要重视知识和方法的应用及迁移。特别是要重视教学反思环节，即在每一次课堂活动将近结束时，教师都要引导学生对学习对象、学习过程、思维方式、所学知识与方法等

进行总结和反思。通过总结和反思,使学生加深对知识和方法的理解,总结学习中的经验和教训,形成自己的认知策略,发展自己的认知结构,提高自我监控能力。

第五,应用迁移(application and transfer)。应用迁移包括两个方面:一是将所学的知识与方法应用迁移到实际情境中去、应用迁移到其他领域中去,解决实际问题;另一种是学生在学习过程中形成的与同学之间的相互促进、相互合作的态度,积极探索、不断创新的精神,以及一些行为规范和价值观以不同形式迁移到日常生活中。

基于这些原理,在整个教学活动中,要激发学生的学习动机,特别是内在学习动机,从而让学生积极主动地学习;要根据教学目标,联系生活经验和已有知识,设计一些能够使学生产生认知冲突的“两难情境”,启发学生积极思考;围绕所有解决的问题开展探究,强调师生互动和生生互动,以真实情境中引出的问题为前提,以情感互动为基础,以思维互动为核心,基于证据和已有知识,通过分析、评估和判断解决问题,重视分析、综合、抽象、概括、比较、分类、推理等方法的应用,在自主探究和合作交流过程中有效培养学生的高阶思维能力;引导学生对学习内容、学习方法、经验教训等进行评价、总结与反思,培养学生的批判性思维能力;强调所学知识和方法的应用,并迁移到日常生活、生产实践、本学科及其他学科中去,提高学生分析问题和解决问题的能力。思维型教学理论反映了教学的本质,为青少年科技创新素质的培养提供了有效的教学方法。

3 促进课程教材改革

自20世纪80年代以来,世界各国都制订或者修订国家课程标准,推进教育改革。大部分国家的课程标准强调创新素质的培养,

如美国国家科学课程标准规定学校科学教育要培养学生由于对自然界有所了解和认识而产生充实感和兴奋感,培养学生运用证据进行描述、解释、预测和构建模型的能力,通过批判性和逻辑性思维建立证据与解释之间的关系等;英国国家科学教育课程标准强调培训学生的思维能力和创造性解决问题的能力;加拿大国家科学课程标准强调批判性思维和创造性思维的培养;日本强调开展有创意、有特色的活动,培养学生的自学能力和独立思考能力;新加坡强调培养学生对于探索周围环境、提出问题的好奇心和针对问题提出新颖且可行的解决方案的创造力等。我国于2017年颁布了高中课程方案和各个学科高中课程标准,强调创新素质的培养。义务教育阶段的课程标准也在修订过程中。研究表明:高创造性个体的语义网络表现出比低创造性个体更高的连通性、更短的距离。跨学科综合课程的学习有利于学生创造力的提升,教学需要系统考虑基于核心概念(大概念、大观念)的系统设计。因此,世界大部分国家在义务教育阶段都实施综合科学课程,即便实施分科课程的国家,课程标准也是统一设计的。但由于种种原因,在我国除浙江以外,其他地区初中阶段全部实施分科课程,这在一定程度上影响了青少年科技创新素质的发展。为有效培养学生的创新素质,国家需要大力推动科学课程改革,逐步实施综合课程。

教材改革是基础教育课程改革的重要组成部分,也是培养学生创新素质的重要环节。教材的内容选择、知识呈现、编排特点、能力培养等,集中体现了国家的教育思想和教育观念,是教师组织教学活动的主要依据。我们对10个国家的小学科学教材进行了比较分析,发现大部分国家特别重视学生科技创新素质的培养。例如,美国小学科学教材注

重知识的先进性、递进性和核心概念的学习，在内容设计、练习设计、链接内容等方面设计一些小栏目训练学生的批判性思维、迁移思维能力、元认知能力；新加坡以科学探究的形式开展活动，以思维能力的培养为核心，在每一个活动中，教材都首先列出本次活动将要使学生掌握的思维能力，紧接着设计若干培养这些思维能力的活动，每个活动的最后，都会安排一个培训学生“反思能力”的栏目；德国重视发散思维与分类思维能力、合作能力、探究能力、信息搜集能力、制作图标能力、展示能力、实践能力等，强调学生学习兴趣的培养等。与国际科学教材相比，我国教材存在较大差距，需要进一步强化创新素质培养的系统设计。

设置专门的训练课程，是国际上培养学生创新素质的主要途径。近几十年来，国外发展了几种影响较大的创新素质培养课程，主要有卡温顿 (Covington) 的创造性思维教程^[11]、德·波诺 (De Bono) 的 CoRT 教程^[12]、阿迪 (Adey) 的思维科学课程^[13]、奥斯本 (Osborn) 的头脑风暴法^[14]、德·波诺的侧向思维训练^[15]、托伦斯 (Torrance) 的创造技能训练^[16]、弗斯腾 (Feuerstein) 的工具丰富课程^[17]，等等。基本思维能力、批判性思维能力是创新素质的基础，创造性思维是创新素质的核心，为系统培养学生的创新素质，我们专门开发了“学思维综合活动课程”。课程目标是：学思维综合活动课程旨在通过形式多样的富有知识性、思想性、挑战性、适切性和趣味性的活动以及有效的教学，使学生掌握思维方法，训练学生的思维品质，进而培养学生的基本思维能力、批判性思维能力和创造性思维能力，激发学生的学习动机，并促进对知识的深度理解和创造性人格的形成，从而提高学生的创新素质。课程内容是：学思维综合活动课程从幼儿园中班到8年级，学生用书小学

12册、初中4册；教师用书幼儿园1册、小学2册、初中1册，共有328个活动。活动内容以系统的思维方法（15种基本思维方法和5种综合方法）为主线，分为基础思维能力训练篇和综合思维能力训练篇。与同类课程相比，学思维综合活动课程的活动内容具有以下4个特点。①活动性。让学生在各种具体的、趣味性和操作性强的活动中进行充分的思考，掌握思维方法，训练思维品质，提高思维能力。②系统性。基于不同年龄学生的心理特点和知识经验，由浅入深，由易到难，由简到繁。先从日常生活问题开始，再到各个学科领域；先从具体形象的问题开始，再到抽象的问题；先从简单的问题开始，再到复杂问题。③迁移性。每个活动都设置“活动拓展”环节，使学生将学到的思维方法迁移到其他情景和学科领域中去，避免了仅仅是思维技巧，而不能将这些技巧用于解决真实情景中的复杂问题。④跨学科性。该课程涉及各个领域的知识，包括日常生活和语文、数学、科学、社会、艺术等，弥补了一般思维训练课程与学科完全脱节的问题。

每个活动都包括紧紧相扣的4个环节：第一，活动导入。创设活动情境，激发学生学习兴趣，引起学生认知冲突。第二，活动过程。按照活动的内部结构，组织学生进行观察、思考、讨论、探究、实验等，重视师生互动、生生互动以及学生的积极思考。第三，活动心得。教师引导学生反思活动过程，总结活动心得。第四，活动拓展。将所学的思维方法迁移应用到日常生活及学科领域中。同时，提出了动机激发、认知冲突、社会建构、元认知和迁移等教学原理和民主性、开放性、建构性、合作性和个性化等教学原则，建构了针对不同活动的教学策略和教学方法。根据课程设计内容的不同，构建了基础思维能力训练、问题解决能力训练和创造性思维

能力训练三种模式。这三种模式基本上是按照由简到繁，由单一到综合，由基本思维到高阶思维的顺序系统设计，教师可以根据实际情况采用不同的教学形式组织教学。

学思维综合活动课程经过三轮实验，1 000多所中小学和幼儿园使用本课程，研究结果表明：经过一年的时间，学生创新素质的各个要素明显提升，具体包括学思维综合活动课程可以有效促进小学生的思维能力和学业成绩、创造性倾向、图形思维能力、学习动机、学习策略；可以影响初中生的一般创造力、科学创造力、创造性人格、学习动机和自尊、学习策略、同伴互动能力、创造性问题提出能力，等等。并在停止实验培养一年后，学生思维能力的总体水平、归纳推理、演绎推理、空间认知、类比推理和抽象概括能力的延迟效应显著；停止实验培养一年后，实验组学生的深层学习动机显著高于控制组，长时效应显著。学思维网络活动能有效促进小学生创造性思维以及创造性倾向的发展。特别是脑科学研究表明，经过一年的时间，学生的大脑功能会有明显的改善。

4 开展拔尖人才的早期培养

整合校内外资源，选拔一些拔尖人才进行特殊培养，是国际上青少年创新素质培养的重要途径。美国形成杰出人才储备优势的重要原因之一是其始终提倡和重视英才教育，早在19世纪初，美国就出现了英才教育的雏形。多年来，美国各级各类学校都高度重视学生创新能力的培养。在基础教育阶段，美国的中小学除了将创新能力的培养贯穿在整个教学活动之中，使所有学生都有机会提高其创新能力外，还设立专门的天才班级和天才学校。英国教育部担负拔尖创新人才早期培养的主要责任，他们明确提出：超常生培养绝非“天才和专才”的培养，而是努力使

“天才和专才”成为创造性的人才。同时，参考其他国家最优秀儿童智力水平评估方法，设立了9岁、13岁和18岁3个年龄的“超常生国际水平测试”。英国教育部特别重视加强小学、中学和大学之间的联系，指定牛津布鲁克斯大学高能儿童研究中心为中小学校的超常人才计划协调人进行培训的同时，鼓励地方企业、工业资助超常学生，为超常生的长期培养奠定基础。新加坡严格的分流制度确保了对优秀学生的教育，为全国成绩最优秀的10%的学生开设了综合课程，为最顶尖的1%的学生设立高才班，专门对其进行训练。新加坡政府为了培养创新人才，搭建了不同级别、不同形式的平台来展示学生的创新才能。例如，花旗银行捐资的新加坡全国中小学生学习创新大赛，挑选100件创意计划书，资助1 000新币，帮助学生把创意计划做成创新作品。

自20世纪70年代以来，我国也重视拔尖人才的早期培养，继1978年中国科学技术大学首创大学少年班之后，1985年，北京八中、中国科学院心理研究所和北京教育科学研究所开设了我国中学第一个超常教育实验班，即少年班。1985年，教育部作出决定，在北京大学、清华大学、北京师范大学、浙江大学等13所重点大学开办少年班。天才培养是一项从小到大的系统工程，1985年，苏州中学、北京八中、天津实验小学等10多所中小学也创办了少儿班，推动了超常教育的纵横发展。近几年来，北京实施了“翱翔计划”，教育部也启动了基础学科拔尖创新人才培养计划。

2009年，在陕西省3个地区选取11所高中，在每所高中随机抽取110名高二学生和55名教师作为调查对象，通过问卷调查法对学校环境、学生创造性人格及创造力发展特点、教师创造性观念及培养方式进行了调查。结果表明：大部分学校对创新人才的培养还

处于理念状态，优越环境、优质设施的实质利用效率低，教师缺乏创造性的教学行为，学生创造性人格不完善，在自信心、好奇心、坚持性方面不理想，学生创造性的灵活性和独创性较差。针对普通高中学生创造力培养存在的问题，借鉴国内外拔尖创新人才的培养模式，我们提出了适合普通高中学生的“中学和大学联合培养”的模式，并进行了名为“春笋计划”的实践。“春笋计划”是在普通高中课程改革的背景下，选拔少数具有创造性潜质且学有余力的高中生，利用综合实践活动课程时间和节假日进入高校实验室参加课题研究；组建专家报告团，为高中生举办讲座、报告，参与高中生研究性学习的指导；高校重点实验室对中学生实行开放日制度，接待中学生有计划地参观和学习。通过这些活动，培养高中生的科学探索兴趣和创造性思维能力，拓宽基础教育阶段创造性人才培养的途径。通过一年时间的培养，学生的自主学习能力和自信心、内部动机、好奇心、自我接纳、坚持性等显著增强，开放性、质疑性、独立性和冒险性也较之前有所提高。

5 培养创造性的教师

具有创新素质的教师是培养青少年科技创新素质的前提。我们多次对小学科学教师的素质进行调查，结果表明：接近80%的教师所学专业不是理工科。如果科学教师没有科学专业学科背景，将难以肩负培养学生科技创新素质的重任。高素质的教师需要具备高尚的职业理想、先进的教育观念、合理的知识结构、高超的专业能力和良好的教学行为。其中，专业能力是核心，因此，除要求中小学配备专业的专职教师外，还需要提升教师的专业素质，特别是系统提升专业能力。

缺乏系统的规划是教师专业发展存在的主要问题。教师专业能力的发展贯穿于教师

职业生涯发展的全过程中，表现为从新任教师、骨干教师到专家教师的不同专业发展水平，不同水平的教师具有不同的思维特点、能力水平和发展诉求。研究表明，与新任教师相比，专家教师对教学问题的表征深度更深，问题解决策略更快、更灵活，教学批判性和创新性也更强。教师专业能力包括基本能力、教学能力、教育能力、自我发展能力、教学创新能力5种能力。这5种能力螺旋式上升，形成完整的层级结构，覆盖了从新任教师到专家教师的毕生专业发展过程。教师专业能力的培养需要遵循教师成长的规律，为不同水平的教师量身定做相应的专业能力培养模式。教师专业实践的复杂性和专业能力发展的层级性，要求教师专业能力培养遵循系统设计和分层实施相结合的基本原则。

理论与实践相脱节，思维与行动相区隔，是我国教师专业发展存在的又一重要问题。有效思维总是与特定实践活动相联系，在教学中要实现理论思考与专业实践的整合，需要教师能够将理论知识与实践经验相结合，通过自主反思和合作交流的形式，在专业学习中积极投入思维活动，将习得的专业能力应用于专业实践中，并对专业实践结果进行进一步理论反思。基于这一理念，我们构建了教师专业能力提升的实训模式。该模式由“理论指导+案例分析+情景模拟+自主反思+行为反馈”五大学习模块构成。其中，案例分析、情景模拟和自主反思三个模块是理论与实践整合的核心。在教师专业发展中，运用案例分析为教师创设学习情境，不仅可以弥补新手教师教学实践经验的不足，符合教师学习的问题导向、情感投入和追求实效的特点，而且包含了矛盾和冲突的案例，可以有效引发教师从他者的视角对教育现实问题进行客观深入的思考。情景模拟学习模块是将案例转化为“真实”的任务情境，通过

情境创设、问题设定、角色扮演、反思总结、点评讲解等一系列过程来完成。自主反思是对自身教育观念和教育实践的理性审视和批判,其目的在于察觉自身存在的教育问题,并探寻解决之道。研究表明,这种批判性的教学反思可以有效促进教师的专业能力提升。基于此,我们通过自我描述与解释、自我分析与比较、自我评价与实践融入等一系列过程,促使教师针对自身的教育知识与信念、

教学计划与实施、教学意向与行动、教学策略与效果等内容进行反思。上述教师专业能力的实训模式,将教师的“思”与“行”有机结合在一起。案例分析与情景模拟虽然是一种实践样式,但同样强调教师要在实践情境中积极思考,而理论指导与自主反思强调教师将自身的学习与思考引向实践。最终通过思考与实践的反复结合,来提升教师的专业能力水平,培养出富有创造性的教师。

参考文献

- [1] 衣新发. “中小學生减负与创新素质培养”教育实验效果分析[J]. 基础教育参考, 2012(5): 18-21.
- [2] Weiping Hu, Philip Adey. A Scientific Creativity Test for Secondary School Students[J]. International Journal of Science Education, 2002(4): 389-403.
- [3] Bronfenbrenner U, Morris P A. The Ecology of Developmental Processes[M]//W. Damon R M. Lerner. Handbook of Child Psychology. New York: Wiley, 1998.
- [4] 韩琴. 课堂互动对学生创造性问题提出能力的影响[D]. 武汉: 华中师范大学, 2008.
- [5] Swartz R J, Costa A L, Beyer B K, et al. Think-Based Learning: Promoting Quality Student Achievement in the 21st Century [M]. New York: Teacher College Press, 2010.
- [6] Sternberg R J. Successful Intelligence[M]. New York: Simon & Schuster, 1996.
- [7] Taylor C W. Questioning and Creating: A Model for Curriculum Reform[J]. The Journal of Creative Behavior, 1967, 1(1): 22-33; Williams F E. A Total Creativity Program for Individualizing and Humanizing the Learning Process[M]. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, 1972; Treffinger D J. Encouraging Creative Learning for the Gifted and Talented Ventura[M]. CA: Ventura County Schools/LT1; Renzulli J S. A General Theory for the Development of Creative Productivity through the Pursuit of Ideal Acts of Learning[J]. Gifted Child Quarterly, 1992, 36(4): 170-182.
- [8] De Bono E. Lateral Thinking—A Textbook of Creativity[M]. London: Ward Lock Educational Limited, 1970; Torrance E P. Guiding Creativity in the Classroom[M]. W m. C. Brown Company Publishers, 1972; Osborn A F. Applied Imagination[M]. New York: Charles Scribner’s Sons, 1963.
- [9] Sternberg R J, Lubart T. An Investment Theory of Creativity and Its Development[J]. Human Development, 1991, 34(1): 1-31.
- [10] Amabile T M. Creativity in Context: Update to the Social Psychology of Creativity[M]. Boulder, CO: Westview Press, 1996.
- [11] Covington M V, Crutchfield R R, Davies L B, et al. The Productive Thinking Program: Reply booklet for the basic lessons[Z]. Ch. E Merrill, 1972.
- [12] De Bono E. CoRT Thinking Program: Work Cards and Teachers, Notes[Z]. Chicago: Science Research Associates, 1987.
- [13] Adey P, Shayer M, Yates C. Thinking Science[M]. London: Thomas Nelson and Sons Ltd, 1995.
- [14] Osborn A F. Applied Imagination[M]. New York: Charles Scribner’s Sons, 1963.
- [15] De Bono E. Six Thinking Hats. The Cognitive Spiral: Creative Thinking and Cognitive Processing[J]. The Journal of Creative Behavior, 1985, 28(4): 275-290.
- [16] Torrance E P. Forty Years of Watching Creative Ability and Creative Achievement[Z]. Newsletter of the Creative Division of the National Association for Gifted Children, 1999: 3-5.
- [17] Feuerstein R, Rand Y, Hoffman M, et al. Instrumental Enrichment: An Intervention Program for Cognitive Modifiability[M]. Baltimore, MD: University Park Press, 1980.

(编辑 颜燕 袁博)