

新课程标准背景下 科学思维与探究实践的多元理解

史加祥

摘要：《义务教育科学课程标准（2022版）》的发布拉开了新一轮科学课程改革的序幕，科学思维与探究实践是核心素养的重要组成部分，需要教师充分理解与辨识后在课堂教学中扎实落实。科学思维与探究方法有着共同的基石，彼此紧密相连。对2002版、2017版和2022版科学课标进行梳理，有助于教师理解新课标中的科学思维与探究实践，为新课标的课堂落实提供借鉴。

关键词：小学科学；课程标准；科学思维；探究实践

中图分类号：G622 **文献标志码：**A **文章编号：**1673-9094(2023)02-0046-05

DOI:10.13696/j.cnki.jer1673-9094.2023.02.010

2022年4月，教育部颁布了《义务教育科学课程标准（2022版）》（简称“新课标”），首次提出小学科学要以培养学生的核心素养为目标，让学生在探究过程中逐步形成正确的价值观、必备品格和关键能力，包括科学观念、科学思维、探究实践、态度责任等^[1]。“新课标”明确了“科学思维”与“探究实践”两个部分总体和分阶段的素养发展要求，本研究尝试从科学发展、科学课程标准和课堂教学的视角对“新课标”中科学思维与探究实践进行理解，探索课堂教学中的落实方法。

一、从科学发展角度理解科学思维与探究实践

思维是物质在地球上绽放出的“最美的花

朵”，需要持续的实践提供沃土和养分^[2]，科学思维与探究实践起源于人类有意识的活动，两者如影随行，紧密相连，不可分割。科学思维是在探究实践活动中形成与应用的思维以及和科学学习与认识相适应的方法，探究实践是认知未知领域的有效方式，由内隐的科学思维进行统整。

科学思维萌发于古希腊，它的两大基石是理性思维与逻辑思维。理性思维是在认识客观世界的过程中处理所获得的直观信息时采取的方法，如观察、比较、判断、推理等，而逻辑思维是抽象的思维形式，如辩证、创新等^[3]。科学思维是科学的核心特点，两大基石对科学的发展与进步有着重要的意义，同时也指导与影响着探究实践方法的形成与发展。

收稿日期：2022-09-03

作者简介：史加祥，上海市金山区教育学院小学科学教研员，高级教师，课程与教学论博士。

科学思维与探究实践方法的形成与发展经历了从感性到知性再到理性与逻辑的过程,既是对收集到的感性直观事实与信息的加工处理过程,也是多种思维与方法综合运用过程,更是严谨的逻辑理性与创造性的非理性融合的过程^[4]。

对科学思维与探究实践在科学发展中的作用进行分析,能够帮助我们理解两者共生共长的特点。早期的科学研究者从观察与实践中获得大量的材料,在归纳、演绎后形成科学知识或理论,观察工具、科学仪器延伸了观察的范围,提高了实践的准确性,推动了科学的发展。随着科学实验方法的诞生,科学探究与实践被引向更深处,在应用分析、综合等多种思维方法后,科学得到了快速的发展。与此同时,理性主义也被广泛应用,与经验主义一起推动了科学的进步。由此可见,在科学发展过程中,科学思维与探究实践方法并不是围绕认知难度以简单的线性方式出现,而是受到多种中介和因素的影响,在纵横交错中共同发展。因而在科学思维培养和探究实践教学中要充分意识到科学思维与探究实践两者之间存在多因素交叉与多路径融合的关系。

二、从课程标准角度理解科学思维与探究实践

科学课程进入正规课堂已逾百年,一系列科学教学纲要和课程标准的制定与发布,促进了科学课程的发展,引发了科学教育的一次次变革,蕴含了对科学思维的发展要求以及对探究与实践的重视。我国在最近20年中先后制定、颁布了三版科学课程标准,梳理课标中科学思维与探究实践的表述,可以在加深对二者内涵与关系理解的同时为“新课标”的落实指明方向。

(一)以探究为核心培养科学方法

2002年教育部发布了《全日制义务教育科学(3-6年级)课程标准(实验稿)》(简称“2002版课标”),明确了科学学习的核心是探究,探

究既是科学学习的目标,也是学习的方式,让学生在像科学家那样进行科学探究的过程中增长科学探究能力。科学探究在激发学生兴趣的同时,还需要使学生知道与识别科学的概念,并形成正确的思维方式。

“2002版课标”中描述了很多科学探究活动,如提出问题、猜想结果、制定计划、观察、实验、制作、搜集证据、进行解释、表达与交流等。

“2002版课标”指出,在课堂教学中可以涉及一个或几个活动,或全部探究活动,探究不能依靠教师简单的教授,学生需要在充分的探究活动中实践、体验并内化形成科学探究能力。“2002版课标”还指出,课堂教学需要提升学生对“科学本质”的认识,在探究活动中利用科学问题吸引学生,重视探究活动的过程性,教师要提醒学生在回答问题时考虑证据并基于证据建构解释,提高表达结论的正确性和开发性等^[5]。

“2002版课标”在教材组织的内容中提到要以科学方法为线索组织科学教材,突出科学方法的重要性和多样性,强调了观察与实验、比较、参照、归纳、推理、联想、感受规律、认识规律、计划、分析、探究等基本方法,但对科学思维没有进行具体的描述,没有进一步阐释科学思维与科学方法之间的关系。“2002版课标”拉开了以探究为核心的改革序幕,广大教师立足课堂,在扎实的探究活动中教授方法,发展学生思维,培养了学生的科学素养。

(二)以科学探究发展思维方法

2017年教育部颁布了《义务教育小学科学课程标准》(简称“2017版课标”),这是我国科学教育的一座里程碑,“2017版课标”对“2002版课标”进行了一系列的调整,在延展和整合中有很多创新的提法,如将科学素养作为课程总目标,新增设技术与工程领域,基于学习进阶分段设计目标与内容等^[6],促进了科学课程的改革。

“2017版课标”将总目标分为科学知识,科学探究,科学态度,科学、技术、社会与环境四个部分,将科学探究的描述分为总目标和分目标,并

对探究要素和思维方法进行了分析。

在科学探究的总目标中明确了科学探究需要思维方法的参与,小学阶段需要了解并掌握的思维方法包括分析、综合、比较、分类、抽象、概括、推理、类比等,科学探究还包含了8个探究要素,分别是提出问题、作出假设、制订计划、搜集证据、处理信息、得出结论、表达交流、反思评价。学生的科学探究能力在掌握探究要素和运用思维方法的过程中不断发展与提升,同时科学探究还能发展学生的学习能力、思维能力、实践能力、创新能力、交流与沟通能力等。“2017版课标”突出了科学探究对学生科学素养发展的重要作用,探究活动是科学课程实施的主要形式。除此之外,“2017版课标”也明确指出探究式学习只是科学学习的一种方式,思维方法的培养还需要结合其他教学方式与策略,如科学游戏、模型制作、科学戏剧与辩论会等。

“2017版课标”中探究要素与思维方法交织,每个探究要素会涉及和运用多个科学思维方法,一种思维方法也会在不同的探究要素中使用。探究要素与思维方法的交织显示了科学学习的复杂性,也显示了学生科学探究能力的并不是线性发展的,而是螺旋上升的。“2017版课标”对探究要素与思维方法的分析与界定,使得教师在课堂教学中培养学生科学探究能力的方向更为明确,促进了教学方式的转变。

(三)在探究实践中促进科学思维发展

以课程核心素养为代表的“新课标”明确了“科学思维”与“探究实践”的素养发展要求,课程总目标和分目标对具体发展水平进行了界定。科学思维主要包括模型建构、推理论证、创新思维,除此之外还包含了基本的思维方法,如分析与综合、比较与分类、抽象与概括、重组思维、发散思维等;探究实践作为一种核心素养,指向科学探究能力、技术与工程实践能力、自主学习能力的发展,在前两版课标的基础上,“新课标”对科学思维和探究实践的内涵进行了丰富。有研究对科学思维与探究实践的关系进行

分析,认为科学思维是素养发展的核心,是科学探究所需的关键能力与核心思维方式,探究实践不仅能帮助学生形成关键能力、理解探究本质,还是其他素养发展的关键途径^[6],对学生科学课程核心素养的发展有着重要和关键的作用。

“新课标”明确了探究实践是科学的主要学习方式,学生科学思维的发展还需要整合多种教与学方式,如启发式、体验式、项目式等。在分析与比较后可以看出“新课标”与“2017版课标”对于科学探究的要求既有着共同的特点,也存在理解与解读的差异,“新课标”从课程核心素养角度对科学探究的实践过程与思维发展作用进行了强调,并明确了不同阶段的素养水平,对课程标准的后续落实有较强的指导意义。

三、从课堂教学角度理解科学思维与探究实践

“新课标”改变了对科学思维和探究实践描述相对模糊,思维与操作割裂,教师培养科学思维的指导力不足,难以为科学思维的培养提供经验与参考的现状^[7]。重视科学思维培养是国际科学教育改革的趋势,也是新时代科学课程改革的重点方向,无论是教学还是评价都需要转变原有的过分关注探究的过程性技能、忽视或淡化科学思维的水平表现的状况^[8]。落实“新课标”,围绕科学思维开展探究实践教学,需要对课标要求进行可操作解读,并对课堂教学的实施模式进行分析。

(一)科学思维与探究实践的教学策略

梳理比较不同版本课标后可以看出,科学思维与探究实践之间的关系看似明晰,实际上错综复杂。为了更好地理解科学思维与探究实践之间的关系,本文对两者进行了梳理(如图1)。

探究过程包括科学知识、理论的发现阶段、检验与评价阶段、科学解释与预测阶段,不同的阶段涉及的探究方法路径存在差异,如牛顿与爱因斯坦的探究过程与方法差异主要是在科学发现阶段,第二、第三阶段一致^[9]。因此在科学

教学中,需要根据学生的认知水平和教学内容选择不同的方法路径。虽然探究的过程路径不同,但涉及的要素却基本相同,“新课标”划分

出八个过程要素,不同的探究阶段由不同要素组成,不同的要素在教学中可以单独呈现,也可以分阶段组合或全过程参与。

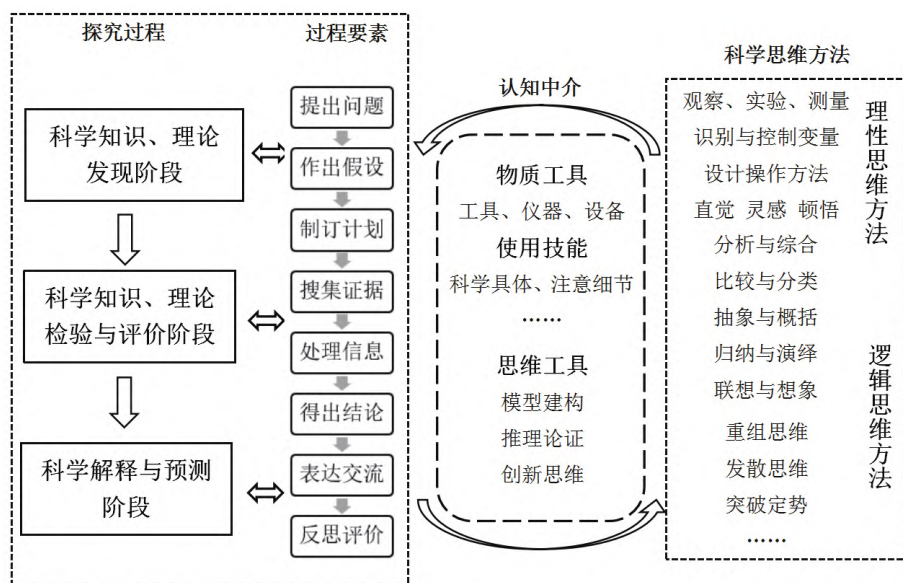


图1 科学思维与探究的整体理解

不同的过程要素又会涉及具体的思维方法,如作出假设可能会运用到分析、综合、抽象、归纳等方法,收集证据则会使用观察、测量、实验等方法,有的要素以理性思维方法为主,有的要素则以逻辑思维方法为主,在教学实践中需要教师依据要素、内容进行主动的设计和扎实的实施。教师除了要进行教学设计与课堂实践外,还需要为学生提供认知中介,如工具、仪器与设备等物质工具,科学具体、注意细节等使用技能,推理论证、模型建构和创新思维等思维工具。

依据上述理解,基于科学思维的探究实践教学可以展开不同的设计与实践(如图2)。技能级探究,主要关注物质工具的使用技能掌握;思维方法级探究,聚焦某种具体的思维方法,如观察、测量等;要素级探究,主要是对某个要素的重点培养,如怎样让学生提出感兴趣、可探究的问题;过程级探究则主要聚焦某一个阶段中多要素、多方法的综合应用;全过程级探究则是基于学生课程核心素养的整体表现的探究,是对学生科学探究能力和思维方法的最高要求。小学阶段基于思维的科学探究主要以技能级和

思维方法级居多,高年级则可以涉及要素级和过程级,全过程级则需要根据学生的认知水平和任务难度适当涉及。

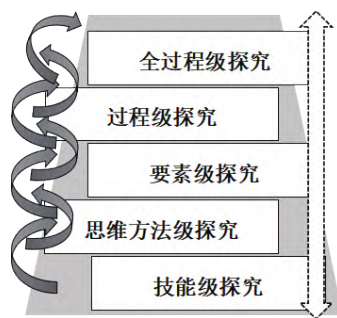


图2 基于科学思维的探究实践

(二) 思维导向的探究教学模式再思考

科学教育发展过程中出现过很多的探究与实践教学模式,如探究训练模式、概念获得模式、5-E学习环模式等,还有目前较为热门的概念转变、概念图教学模式等。不同探究教学模式的视角不同,但也存在共同的要素,如提出问题、形成与检验假设等,都重视学生的亲身感受和操作,也都提出要符合学生探究学习与认知特点^[10]。还有很多研究将STEM课程、项目

式学习(PBL)等也作为探究教学模式,在创设真实学习与问题情境的基础上激发学生提出问题,在设计方案和解决问题的过程中发展学生的科学思维^[11]。众多的探究教学模式对学生的科学学习和思维发展起到了积极的作用,但在实施中也产生了一些问题,如将探究教学等同于过程或流程的机械执行,教学模式化,过分强调探究实践行为,忽视学生对知识、概念的深层理解和学生科学思维的发展^[12]。“新课标”强调基于思维发展的探究实践教学,我们需要根据科学思维方法的培养与发展目标对各种不同的探究教学模式进行再认识和再思考。

教师需要厘清学生学习能力、认知水平与探究教学模式之间的关系,明确是否每节科学课的教学都需要完整的模式与流程。培养学生科学思维是“新课标”的重要素养目标,培养就意味着需要分步骤、分阶段开展,不同探究教学模式都有着较为完整的探究流程,对学生的思维能力和方法技能提出了较高的要求,需要以充分的、较低级别的探究教学,如技能级探究、思维方法级探究为基础,然后根据学习内容、学业要求以及学生的认知水平选择相适应的探究教学模式,进行要素级和过程级的探究。如利用项目式学习开展研究实践活动时,需要根据学生的学习阶段对要求进行差异化的处理,低年级需要对流程和要素进行简化,并且给学生足够的支持,高年级则可以开展具有较为完整的流程和要素的项目式学习,但也需要教师对学生的学习与思维能力有整体认识和把握。在科学课堂中应用探究教学模式需要思考两个问题:一是学生能参与多少,有多少学生能参与;二是学生在科学知识储备、科学能力、思维与行为上是否有能力进行。

科学思维在核心素养中具有核心的地位,

因为所有核心素养的形成都需要积极主动的思维来发展,需要在扎实的探究实践中来培养。对“新课标”中科学思维与探究实践目标的初步理解与辨识,为后续基于思维导向的探究实践教学的设计与实施奠定了基础,明确了教与学转变的方式方向,为核心素养的课堂落实提供了可能。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部.义务教育科学课程标准(2022年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022:4.
- [2] 辽宁人民出版社.《马克思恩格斯选集》简介[M].沈阳:辽宁人民出版社,1979:346.
- [3] 鲍健强.科学思维与科学方法[M].贵阳:贵州科技出版社,2002:6.
- [4] 周仕东.科学哲学视野下的科学探究教学研究[D].吉林:东北师范大学,2008:101.
- [5] 李华.探究式科学教学的本质特征及问题探讨[J].课程·教材·教法,2003(4):58.
- [6] 姚建欣,郭玉英.小学科学教育:课程创新与实践挑战[J].课程·教材·教法,2017(9):99.
- [7] 胡卫平,郭习佩,季鑫,等.思维型科学探究教学的理论建构[J].课程·教材·教法,2021(6):126.
- [8] 张敬威,苏慧丽,信海凤,等.小学科学教育中实施“有过程的思维呈现”教学研究[J].现代教育管理,2019(10):107-108.
- [9] 尚秀芬.基于科学素养的小学科学学业测评[J].中国考试,2016(10):55.
- [10] 王顺义.科学探究方法论路径的变迁[J].科学,2012(2):31.
- [11] 高潇怡.科学教育中的探究教学模式发展述评[J].外国教育研究,2007(3):79.
- [12] 袁维新.科学探究教学模式的反思与批判[J].教育学报,2006(4):13-30.

责任编辑:殷伟