

本专著受上海市教师专业发展工程领导小组办公室资助

提升学生 科学探究能力的策略研究

SHUANGMING GONGCHENG

姚 霞 著

课外借



上海科技教育出版社

本专著受上海市教师专业发展工程领导小组办公室资助

提升学生

科学探究能力^的策略研究

SHUANGMING GONGCHENG

姚 霞 著



上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

提升学生科学探究能力的策略研究/姚霞著. —上海:上海科技教育出版社, 2017.5

ISBN 978-7-5428-5854-2

I. ①提… II. ①姚… III. ①科学研究—能力培养—教学研究—中小学 IV. ①G632.46

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第045873号

责任编辑 苏艳平

封面设计 李梦雪

提升学生科学探究能力的策略研究

姚霞 著

出 版 上海世纪出版股份有限公司
上海科技教育出版社
(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)
发 行 上海世纪出版股份有限公司发行中心
网 址 www.sste.com www.ewen.co
经 销 各地新华书店
印 刷 启东市人民印刷有限公司
开 本 720×1000 1/16
印 张 9
版 次 2017年5月第1版
印 次 2017年5月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5428-5854-2/G·3245
定 价 22.00元

目 录

序 探究式教学的新探究	1
第一章 绪论	3
一、世界各国对科学探究能力的培养定位	3
二、初中学生所具备的科学探究能力	13
三、关于提升科学探究能力的理性思考	20
第二章 指导学生设计方案的教学策略	24
一、现状分析:学生在设计方案时的表现	24
二、理性思考:如何指导学生设计方案	26
三、教学实践:指导学生设计方案的教学策略	32
第三章 指导学生有序观察的教学策略	40
一、现状分析:学生在观察过程中的表现	40
二、理性思考:如何指导学生学会观察	42
三、教学实践:指导学生有序观察的教学策略	49
第四章 指导学生正确测量的教学策略	55
一、现状分析:学生在测量时的表现	55
二、理性思考:如何指导学生正确测量	59
三、教学实践:指导学生正确测量的教学策略	61
第五章 指导学生合理分类的教学策略	69
一、现状分析:学生在完成分类任务时的表现	69
二、理性思考:如何指导学生合理分类	71
三、教学实践:引导学生合理分类的教学策略	76

第六章 指导学生分析数据的教学策略	86
一、现状分析:学生在分析数据时的表现	86
二、理性思考:如何指导学生分析数据	92
三、教学实践:指导学生分析数据的教学策略	98
第七章 指导学生表达交流的教学策略	104
一、现状分析:学生在表达交流时的表现	104
二、理性思考:如何指导学生准确表达	105
三、教学实践:指导学生准确表达的教学策略	112
第八章 指向提升学生探究能力的教学设计	121
一、指向提升学生探究能力的教学设计	121
二、指向提升学生探究能力的教学设计与实施案例	127
后记	139

探究式教学的新探究

培养学生的科学探究能力是科学学科的重要教学目标之一,也是广大教师认为比较难落实的教学任务。因为,能力培养不像知识技能学习那样容易直接传授与检测,需要通过设计任务、用心观察、细化过程、关注经历、点拨思维、指导体验、总结提炼、展示分析才能有所收获。因此能力培养是教师教学过程中比较难把握和操作的教學技能之一,需要有较强的学科理解水平和心理学知识功底作支撑。姚霞老师带领她学科教研组中的一批优秀教师,从教学实际出发,结合课堂教学实践,在对多位教师的教学经验进行提炼的基础上,经反复探讨,总结出了他们对提升学生科学探究能力的系列教学策略。这些策略从教育心理学角度看,有些可能还不够成熟,有些观点还可进一步完善,但他们提出的当前科学学科的探究式教学在提升学生探究能力中存在的问题、成因分析,以及与之对应的教学策略,可以为初中科学、小学自然教师提供参考和借鉴。

本书不是泛泛地从概念到概念,停留在科学探究理论的叙述上,而是从教学策略入手,专题讨论教师怎么操作、如何实施科学探究教学,具有较强的针对性。书中的主要篇幅关注科学探究式教学中的具体问题,既有对国内外相关教育教学理论的诠释,又有对应的可操作的教学设计,可以在理论引领、实践指导两方面产生作用。书中的结构依据科学探究的主要任务(或活动)展开,包括设计方案、观察、测量、表达等环节,比较符合初中科学的学习过程和教学实际,便于教师搜索相关内容,在科学探究式教学中找到有参考价值的依据和实际操作要点。此外在每个策略的背后,配有大量来自一线教师的实际案例,可以给读者直观感受和可借鉴模仿的样板。

姚霞是我主持的上海市普教系统“双名工程”自然学科培养基地(以下简称基地)的学员,也是上海市浦东教育发展研究院教师发展中心的初中科学教研员。对于区的学科教研员来说,专业发展的定位显然不能仅仅停留在熟知课程教材、课堂教学、作业练习和考试命题上,而是要在引领学科改革前沿的基础上,深入思考学

科教学中的关键问题和核心命题,能从教育学、心理学的角度来分析教学中的真实问题,知其然并知其所以然,形成对学科功能定位和课堂教学过程的全面完整认识,争取成为学科教学专家。

为期五年的培养过程中,基地围绕着“探究式教学”这个核心话题,运用任务驱动的方式,组织学员们通过理论学习、读书交流、教学实践、主题论坛、专著写作、培训课程开发、教学展示等多种形式,展开了系统、连续的学习和实践。在完成各项任务的过程中,姚霞的表现都比较突出。她勇于承担重任、乐于率先尝试和探索,接受来自导师、同伴的质疑,在多次反复探讨,修正完善自己观点的基础上,形成了最终的想法。正是因为有了这样的不断辨析、反思、打磨,姚霞对科学学科的本质以及探究式教学的认识和理解在不断深化。在完成了基地全体学员合著的《探究式课堂教学的理论与实践》一书后,她又自我加压,撰写了《提升学生科学探究能力的策略研究》一书,申报并入选了“双名工程”第三期文库。这种自觉的专业发展意识和行动,是对双名工程对教师专业成长价值的最好诠释。

本书对初中学生科学探究能力的培养既有丰富的实际内容,又有一定的理论阐述,是一本可以供广大中小学教师直接阅读与学习的论著。相信读完这本书,会对初中科学教师以及小学自然教师怎么上好科学(自然)课,培养学生的科学探究能力有一定的帮助。对其他学科教师如何开展探究式教学研究,如何把握学科核心素养的培养也有启发。

又一期“双名工程”结束了。在反思这一政府大量投入,意在提升教师专业水平的实事工程时,姚霞老师的行动让我们体会到,双名工程的价值不仅在于实施过程中把学员的专业素养和能力提升了一大步,更是在于激发和培养学员的自主进取意识和自我专业发展能力。再长的培训总是要结束的,但教师一旦养成了不断进取的意识和能力,就会自觉地践行专业发展,一辈子行走在攀登学科教学高地的路上。

期待更多教师的专业发展由自发变为自觉。

上海市普教系统“双名工程”

自然学科培养基地主持人

顾志跃

2017年1月10日

绪 论

一、世界各国对科学探究能力的培养定位

1. 美国为科学探究能力设定的发展目标

(1) 1996年版《国家科学教育标准》对科学探究能力的定位

1996年版的《国家科学教育标准》认为科学探究包括学生进行科学探究所需要的能力和对探究的理解,表1-1列出了科学探究标准中所强调的能力。

表1-1 美国《国家科学教育标准》对科学探究能力的描述¹

幼儿园到4年级	5—8年级	9—12年级
• 对特定环境中的物体、生物和事件进行提问 • 制订简单的调查计划并付诸实施 • 采用简单的设备和工具收集数据、延伸感官 • 利用数据作出合理解释 • 就调查结果和解释进行交流	• 判定可以通过科学实验或调查研究能回答的问题 • 设计和进行科学实验或调查研究 • 利用适当的工具和技术收集、分析和解释数据 • 运用事实证据进行描述、解释、预测和构建模型 • 运用批判性和逻辑性的思考建立证据与解释之间的关系 • 认证及分析另外的解释和预言 • 交流科学过程和解释 • 将数学运用在科学探究的各个方面	• 判定导向科学实验或调查研究的问题和概念 • 设计并进行科学研究 • 运用技术、数学改进研究和交流 • 运用逻辑、事实证据来构造、修改科学解释和科学模型 • 认知及分析另外的解释和模型 • 科学论点的交流和辩护

1 [美]国家研究理事会科学、数学与技术教育中心. 科学探究与国家科学教育标准——教与学的指南. 罗星凯,等译. 北京:科学普及出版社,2010:19.



(2) 2013年《下一代的科学标准》对科学探究能力的定位

2013年,美国正式向社会颁布了名为《下一代的科学标准》的基础教育阶段科学教育课程标准,其中,“科学与工程实践”从几个维度提出了科学探究能力的发展目标(见表1-2)。

表1-2 “科学与工程实践”各维度的科学探究能力发展目标¹

维度	目标(12年级的学生应能达到的目标)
提出和界定问题	• 针对自然和人类世界提出问题,例如:为何有季节 • 能从一堆问题中识别出科学问题 • 提炼、精简问题,使之能在科学课堂中通过实证得到解释,并为之设计调查方案或实用程序 • 能提出一些有助于探究深入的问题,通过提问,帮助自己反思讨论的前提是否合理、探究过程是否恰当、调查问题或工程问题是否合适,数据解释是否合理 • 在观察的过程中能记录关键特征、类型或特殊现象,并对此提出问题 • 对工程而言,能提出确保满足需求的问题
开发和使用模型	• 利用图纸或表格来解释事件或系统 • 利用多种模型来呈现和解释现象 • 能讨论模型本身的局限性和精准度,讨论改进的方法和措施。根据实证或批判思维改进模型,提高其质量和说服力 • 利用计算机或类似工具来理解、调查一个系统的各个方面,尤其是那些无法用肉眼直接观察到的现象 • 制作并利用一个模型来测试一项设计或设计的某些方面,比较不同设计方法的有效性
计划和实施调查	• 提出一个可在教室、学校实验室或其他场所通过调查能解决的问题,并根据模型或理论适当地提出一个假设 • 考虑需要收集哪些数据,需要用到哪些工具,如何记录测量结果 • 考虑要获得可信的测量结果需要多少数据,从这些数据进行预测有哪些局限性 • 规划实验或现场考察的程序,鉴别相关变量和独立变量,思考如何进行变量控制 • 考虑可能的干扰变量或因素,确保调查设计中已经考虑到这些因素

1 National Research Council. A Framework for K—12 Science Education:Practices, Crosscutting Concepts,and Core Ideas[M]. Washington,D. C.: THE NATIONAL ACADEMIES PRESS,2011, 73:91.

(续表)

维度	目标(12年级的学生应能达到的目标)
分析和解释数据	• 能系统分析数据,建立合适的模型,或测试这些数据与预设是否一致 • 能识别出哪些数据与预期不一致,并思考应对初始模型作何调整 • 能利用电子表格、数据库、项目表、曲线图、图表、统计学、数学和信息技术来收集、整理、呈现数据,并用以解释变量之间的关系 • 能利用恰当的数学和统计工具,评估从数据中推断出来的结论的可靠性 • 认识数据类型,确定是否需要通过调查确定数据的关系,并辨认因果关系和相关关系 • 通过在物理模型中收集证据,分析一个设计在系列条件下的表现
使用数学和计算思维	• 在科学应用数学公式和图表的过程中,能意识到符合量纲的要求,能利用合适的科学单位 • 用合适的数学或演算来构建科学模型、分析调查结果,解释其中的关系和数量级 • 意识到计算机模拟是建立在数学模型的基础之上,数学模型将现象或系统的基本假设整合起来 • 利用数学公式、计算机程序或模拟进行简单测试,换言之,就是将结果与已知的真实世界进行比较,以确认他们是否“有意义” • 在分析数据的过程中,利用与年级水平相仿的、合适的方式来理解数学和统计的意义
构建(科学)解释并设计(工程)解决方案	• 利用已有的科学理论来建构对现象的解释,并将之与模型和证据联系起来 • 能利用一手或二手科学证据和模型来支持或推翻关于某种现象的解释 • 能建立起与他们的科学知识相符的因果解释 • 能鉴别出解释(可以是自己的也可以是别人的)中的缺陷或不足 在工程方面,学生应能: • 恰当运用科学知识来解决设计问题 • 承担设计项目,参与到设计环节中的所有步骤,并能制订一个满足具体设计标准的计划 • 构建一个装置或实施一项设计 • 能基于发展和协商的设计标准,对竞争性的设计方案进行评价和批判
根据证据进行辩论	• 通过科学辩论,展示数据如何支持观点 • 能用与知识水平相符的方式来识别科学辩论中的弱点,并利用推理和证据来讨论 • 意识到自己在辩论中存在的缺陷,利用批判精神进行修正并改进 • 意识到科学辩论的主要特点是观点、数据和理由的区别,并能在具体事例中辨认出这些因素

(续表)

维度	目标(12年级的学生应能达到的目标)
根据证据进行辩论	• 针对一个不断发展的科学话题,能辨别出其争论本质,描述出不同的论点,指出为何某个特定理论能胜出 • 能理解今天的科学界如何评判不同的知识,能指出他人论点中的优缺点,知道关键研究中的变量要能经得起多次重复实验 • 能用批判性眼光来阅读有关科学和技术的媒体报道,以找出它们的强项和不足
获取、评价并交流信息	• 利用文字、图表、表格和曲线图(无论是复印件还是电子化的)以及数学公式,来交流自己的理解或对系统提出问题 • 能阅读与自己的科学知识水平相符的科学和技术文本,包括表格、图表和曲线图,解释其中的关键观点 • 意识到科学、技术的著作和演讲的关键特征,能将自己的观点和成就用图文并茂的形式(可以是文本,也可以是口头演讲的形式)表述出来 • 能对基本科学文献(根据教学需要进行改编的)或科学媒体报道进行批判性阅读,讨论这些数据、假说、结论的可靠性和有效性

分析表1-1,可以发现美国1996年版的《国家科学课程标准》在目标设计上,将科学探究能力分解成观察、测量等单项能力,在课堂实施中,则强调科学探究是一种复杂的学习活动,目标中的单项能力被整合进入了更广泛的探究过程之中。在探究过程中提升探究能力的前提是学生能及时反思与评价:哪些数据是有用的?应该保留哪些数据,抛弃哪些数据?数据中是否存在模型?这个解释是否最好?等。分析表1-2,可以发现,2013版的《下一代的科学标准》对科学探究能力的期望值更高,从原来关注理性推理、逻辑分析,提高到了能实践应用,将数学计算思维、工程实践思维也整合到了整体能力之中。比较两份标准,可以发现,美国对科学探究能力的要求在不断提高、更关注能力的实际养成。2013版的新标准不仅将探究能力定位在系列技能的综合或整合上,而且开始关注探究能力的缄默性特点,即在亲自参加实践,体验科学、工程惯例做法的过程中,理解科学惯例,充分领会科学知识本身的性质。

2. 英国对科学探究能力的培养定位

(1) 英国为科学探究能力设定的发展目标

英国《国家科学教育课程标准》不仅明确规定了学生的探究能力发展目标(见表1-3),还给出具体的样例和描述(见表1-4),以便教师判断学生是否达到了预期的能力要求。

表1-3 英国科学课程标准中对探究能力的达标要求^{1,2}

关键阶段	学生年龄 (岁)	所处年级	学习年限 (年)	预期成绩的 变化范围	预期的达成 目标(水平)
KS1	5—7	1—2	2	1—3	2
KS2	7—11	3—6	4	2—5	4
KS3	11—14	7—9	3	3—7	5/6
KS4	14—16	10—11	2		

表1-4 学生在关键阶段2(KS2)的科学探究能力水平描述³

水平1 学生能恰当描述观察到的物体、生命体和事件的简单特征,或作出恰当反应,并用简单的方式交流自己的发现(例如,利用绘画、简单图表讨论自己的工作)

水平2 学生能按要求去做并在教师的帮助下对如何收集数据提出自己的建议。在教师的指导和帮助下,能阅读简单文本并获取信息;能利用所提供的简单设备,开展与任务相关的观察;比较被观察的物体、生物和事件,并进行比较;能利用科学词汇描述观察到的现象,并利用简单图表做好记录;能说出观察到的现象与自己的预期是否一致

水平3 学生不仅能按建议寻找问题的答案,而且能提出自己的想法。能意识到为什么收集信息非常重要;能从简单文字中获取信息;能利用系列简单仪器进行量化的观察和测量,如测量长度或质量;能在教师的帮助下,恰当地展开公平测试,意识到并能解释为什么这么操作是公平的;通过多种方式记录自己的观察发现,并对记录数据进行解释,简单建模;能用科学的方法与他人交流自己的发现结果,提出改进工作的想法

水平4 学生能意识到科学观念是基于实证的。在自己的调查工作中,能决定用合适的方法(如用公平测试)来解释问题;能恰当地描述或用一定的方式说明在自己的研究中,如何改变一个量而确保其他量不变;能恰当地作出预测;能从所给的资源中甄选信息;能根据任务需要选择合适的仪器设备,展开充分的系列观察和测量;能利用表格和统计图形记录观察、比较和测量的结果;能通过标记一些点的方式来绘制简单的图表,并利用这些图表来指出、解释数据的趋势或模型。在得出结论时,能将结论与这些图表、科学知识、理解联系起来,并用恰当的科学用语进行交流。能为自己的研究提出改进建议,并说明理由

1 胡献忠. 新版英国《国家科学教育课程标准》及其启示. 全球教育展望. 2001, 30(3): 45.

2 第五、六两列分别指在每个关键阶段结束时,绝大多数学生预期的成绩水平的变化范围和达成目标。KS4对这两项没有明确规定。

3 Science Programmes of study: key stages 1 and 2(National curriculum in England-statutory guidance to July 2015):31.

(续表)

水平5 学生能将实验证据和创造性思维整合在科学解释中,并加以描述。当试图回答一个科学问题时,能选择一个适当的方法;能从一系列资源中选择有用信息;当调查涉及公平测试时,能找到需要重点思考的关键因素。能基于自己的科学知识和理解作出合理的预测;能为完成任务选择设备并按计划有效使用;能精准地围绕任务展开观察、比较或测量。能重复观察和测量,并对不同的结果作出简单的解释。能系统地记录观察、测量到的信息,并在合适的地方用数据图表的形式呈现出来。能围绕证据得出结论,并将之与科学知识和理解联系起来。能为改进自己的工作方法提出可操作的建议。能运用适当的科学语言和惯例来交流定性和定量的信息

水平6 学生能为一些已被认可的科学观点和解释给出描述证据,阐述科学家对证据的解释是如何影响新观点的发展和认可的。在自己的调查研究中,能运用科学知识和理解来甄选合适的方法;能有效地选择、应用信息资源。为完成研究,进行充分的测量、比较和观察。能按照一定的精度要求,选择合适量程的工具。能确定图表和图形的度量,以便于自己有效地展示数据和特征。能筛选出与主流模型不完全匹配的测量和观察结果。能紧密围绕证据得出结论,用科学知识和理解来解释这些结论;能提出合理的建议用以改进研究方法。能选择和使用适当的方法,用科学语言和惯例来交流定性、定量的数据

水平7 学生能根据科学理论提出一些预测,并举例描述证明这些预测需要收集哪些证据。在自己的研究过程中,能运用科学知识和理解来决定解决问题的合适方法。能在复杂情境中甄别出关键因素,明确哪些变量无法控制,并设计合理的方案;能从系列资源中综合分析信息,认识到二手资料可能存在的局限。在假设的指引下,能运用多种设备,展开系统的观察和测量;能意识到需要重复测量、比较和观察,以获得可靠的数据。能用最恰当的图表来呈现数据。能紧密围绕证据得出结论,运用科学知识和理解进行解释。能够开始考虑已有的数据是否足以支撑结论。会用符号和程序图等复杂的科学技术方法来交流

水平8 学生能举例说明有些科学解释或模型因为有了新的科学证据而得到修正、完善。能对不同来源的信息进行评价和综合。能意识到解决不同类型的科学问题需要不同的策略,并利用自己的科学知识和理解来选择合适的策略。能决定哪些观察与定量研究有关,能记录下适当的细节。能理解要确定比较或测量的精度水平,收集有助于寻找变量之间关系的数据。能对大量的观察和测量结果进行分析解释,并在绘制图表的过程中将之条理化。能基于自己的证据,运用科学知识和理解得出结论。能批判性地分析数据和表格。能从不同的视角,运用适当的科学语言交流发现、进行争论

额外的表现(水平8以上) 学生能举例说明科学解释和模型有可能会随着不断更新的实验结果而发生改变,并能阐释证据在修正科学理论中的作用。能从大量资源中评价和综合数据;意识到调查不同的科学问题需要不同的策略,能运用科学知识和理解来为自己的研究选择合适的策略;能对相关的观察和比较做好记录,清楚地标示出个例现象;能确定测量精度,据此收集合适的数据;运用自己的数据来测试变量之间的关系。能鉴别并揭示大量的观察和测量数据,并利用图表等形式使之条理化。能运用科学知识和理解来解释趋势、模型,得出结论。能批判性地利用表格和图表,说明还需要收集哪些额外的证据。能恰当利用科学语言和惯例来交流自己的研究发现,并展示出自己对于系列不确定性因素已有所考虑

(2) 英国在培养科学探究能力上的特点

分析英国国家科学课程标准中对科学探究的教学要求,可以发现,他们对科学探究能力的培养具有以下三个特点:

① 科学探究能力的培养离不开对科学探究过程的理解和掌握。从表1-4来看,对学生科学探究能力的评价是通过观察他们在探究过程中的表现来判断的,水平低的学生可能只具备过程要素的部分探究能力,而水平高的学生则具备所有过程要素的整体探究能力。

② 科学探究能力的培养离不开科学知识。科学探究教学应在教授“生命过程与生物”“物质及其性质”“物理过程”等内容时进行。

③ 学生在解决实际问题的活动中,才能表现出所具备的科学探究能力。问题呈现的背景(或称为情境)会影响学生解决问题的能力,需要考虑情境要素对探究能力的影响。

3. 加拿大安大略省对科学探究能力的培养定位

(1) 加拿大安大略省为科学探究能力设定的发展目标

加拿大《安大略省科学与技术课程标准》指出,科学教育的目标包括三个维度¹:①能将科学与社会、环境联系起来;②掌握开展科学调查和解决技术问题所需的技能、策略和思维习惯;③了解科学的基本概念。第二个维度与科学探究能力的发展直接相关,该目标又可以细分成“科学调查/实验领域”“科学调查/研究领域”和“技术问题解决领域”这三个能力领域,表1-5汇总了1—8年级学生在这三个能力领域的预期发展水平。

表1-5 加拿大安大略省1—8年级学生科学探究能力发展水平描述²

能力领域	水平描述
科学调查/实验	• 实验需要开展“公平测试”,确定实验条件中某一因素的变化是否会影响实验结果;如果有影响,会有哪些方面的影响 • 在公平测试中,科学家/学生应识别可能影响实验结果的各种变量;选择可能会(在测试中)被更改的一个变量,并确保其他变量不变;以相同方式衡量所有实验;重复进行测试,确定实验结果的有效性

1 Ministry of Education. The Ontario Curriculum Grades 1—8: Science and echnology, (revised) [M]. Ontario, Canada: 2007, 2.

2 Ministry of Education. The Ontario Curriculum Grades 1—8: Science and Technology, (revised) [M]. Ontario,Canada: 2007, 12—18.

(续表)

能力领域	水平描述
科学调查/研究	• 直接研究,通过自己直接观察研究获得一手资料的研究 • 间接研究,通过研究他人的数据、成果获得资料的研究
技术问题/解决	• 可以创建有助于满足人类需求和要求的新装置或新流程的模型,确立关于此类装置或流程的新知识。(参与问题解决时,应为学生提供提升其思维创造性的机会,而不是仅仅寻找指定的答案) • 技术问题解决中的批判性方面包括:仔细规划;有针对性地选择工具和材料;对产品或流程进行测试、再测试和修改;就解决方案进行沟通;为改进或改变提供建议

(2) 不同探究能力领域的技能发展要求

不同探究能力领域的发展是有阶段性的,表1-6以“科学调查和实验”能力领域为例,列出了学生在这个能力领域的发展期望。不管学生处于哪个能力阶段,都需要发展“发起和计划、执行和记录、分析和解释、沟通”这四类探究技能。

表1-6 学生在“科学调查和实验”能力领域的发展期望¹

初始阶段 → 探索阶段 → 形成阶段 → 胜任阶段 → 精通阶段			
发起和计划			
• 提出能够证明自己对周围世界存在好奇心的问题	• 提出可通过测试/实验加以回答的问题,选择一个问题进行调查	• 提出可通过测试/实验加以回答的问题,并拟定要调查的具体问题	• 针对实际问题提出疑问,并拟定要调查的具体问题
• 能在获得帮助的情况下,根据教师提供的简单实验方案逐步进行实验	• 能根据教师提供的简单实验方案逐步进行实验	• 通过各种可能的方法制订方案,找到自己拟定的问题的答案	• 考虑各种变量,设计安全的实验方案,了解要考虑的量
• 能够识别何时测试公平	• 能够识别何时测试公平	• 能在他人的帮助下,设计一份实验方案来解答自己提出的问题,其中,实验过程部分考虑了公平测试的要素	• 能设计一份实验方案来解答自己提出的问题,其中,实验过程部分考虑了公平测试的要素

1 Ministry of Education. The Ontario Curriculum Grades 1—8: Science and Technology (revised) [M]. Ontario, Canada: 2007, 13—14.

(续表)

• 能猜测简单实验可能取得的结果	• 在他人的帮助下,能简单预测如果按照教师提供的实验过程进行操作,可能取得的结果	• 根据个人经验对调查结果进行预测	• 根据此前来自探究和调查的知识,对调查结果进行预测
执行和记录			
• 能安全使用教师选定的工具和设备,扩展相关感觉,进行观察	• 在获得支持的情况下,选择并安全使用相关工具和设备,扩展相关感觉,进行观察	• 选择并安全使用相关工具和设备,进行观察和测量	• 选择并安全使用相关工具和设备,进行观察和测量
• 以口头、图片、书面和/或统计图表形式记录数据	• 以口头、图片和/或书面或句子形式记录数据	• 使用标准量度、句子、列表和/或简单标记图的形式记录和组织数据	• 能规范测量,通过合适的句式、列表或简单的标示图来记录、整理数据
分析和解释			
• 讨论数据并根据数据提出新问题	• 识别数据中的模式并对数据进行总结	• 识别数据中的模式和分歧,并对数据进行总结	• 识别数据中的模式,就其中的分歧进行解释,并对数据进行总结
• 基于观察结果回答正在调查的问题	• 基于观察结果得出简单结论	• 基于收集的数据得出简单结论	• 基于收集的数据得出结论
• 说明开展了哪些工作,观察结果如何	• 对实验进行简单评价	• 能对实验过程进行评价,指出可以优化的地方并说明理由	• 能对实验过程进行评价,指出可以优化的地方并说明理由
沟 通			
• 口头详述调查步骤和结果,回答具体问题	• 口头演示调查步骤和结果,回答具体问题	• 能通过口头、图表和/或句子的形式逐步说明实验过程及结果	• 能利用数字、符号、图形和/或语言方式逐步说明实验过程及结果

加拿大的科学课程标准比较重视科学与技术的整合,将科学探究能力划分成不同的能力要素,并将这些能力要素进行了有机的整合,便于教师把握。



4. 中国对科学探究能力的培养定位

(1) 中国为科学探究能力设定的发展目标

中国的科学教育注重培养学生的科学素养,如《初中科学课程标准》将“使学生经历科学探究过程,增进对科学探究的理解,发展科学探究能力,初步养成科学探究的习惯,增强创新意识和实践能力”¹列为科学课程目标之一。表1-7列出了7—9年级学生在科学探究维度应达到的目标。

表1-7 7—9年级学生在科学探究维度应达到的目标²

要素	达成目标
提出问题	• 能从已有知识和经验出发提出问题,并用自己的语言描述所提出的问题 • 能对提出的问题进行简单分析,初步判断是否适合探究 • 知道科学探究始于问题
提出猜测和假设	• 能提出猜想和简单的假设,并陈述理由 • 了解猜想和假设在科学探究中的重要作用
制订探究方案	• 能针对探究目的和条件,设计探究思路,选择合适的方法(观察、实验、调查、访问、资料查询等),制订探究方案
获取事实与证据	• 能从多种信息源中选择有关信息 • 能进行一系列观察、比较和测量 • 能对获得的事实、数据进行分析和处理,能注意错误和误差 • 了解科学探究需要事实与证据
解释、检验与评价	• 能将事实与科学知识建立联系,能注意与预想结果不一致的现象,尝试作出合理的解释 • 评价数据的可靠性,知道实验中的误差是不可避免的,并注意减小实验误差 • 能从多种渠道获得信息资料,并与自己的探究进行比较,能提出改进探究方法的具体建议 • 认识科学解释需要基于经验事实、运用科学知识和科学推理
表达与交流	• 能用语言、文字、图表等方式表述探究的过程和结果,会书写简单的探究报告 • 善于与同伴合作,能倾听、尊重他人提出的不同观点和评议,并交换意见

1 中华人民共和国教育部制定. 初中科学课程标准(2011年版). 北京:北京师范大学出版社, 2012:10.

2 中华人民共和国教育部制定. 初中科学课程标准(2011年版). 北京:北京师范大学出版社, 2012:13—14.