

围绕科学教育中的大概念开展工作

文_韦 钰 / 儿童发展与学习科学教育部重点实验室 朱艳梅 / 东南大学学习科学研究中心 儿童发展与学习科学教育部重点实验室

今天的学生将成长为未来的社会公民，他们需要理解科学的核心概念以适应 21 世纪科技发展的需求。当他们面临相关问题时，科学核心概念能够指导其作出正确的决策，这些决策将直接影响个人的工作效率、整个科技社会的进步，以及诸如环境保护、能源利用等全球性问题的顺利解决。科学教育研究与实践的成果表明：基于探究的科学学习是理解科学核心概念最为有效的方法。然而，实行有效的科学探究必然需要花费大量的时间。因此，选择最关键、最有价值的科学概念进行学习显得极为重要。目前，全球性探究式科学教育的实践与研究工作都开始围绕加强科学大概念的学习而展开。

2009 年 10 月，来自墨西哥、智利、中国、加拿大、美国、法国、英国的 10 位专家聚集在苏格兰的罗斯湖畔，召开了一次有关探究式科学教育的国际研讨会。这 10 位专家都是各国科学教育改革的领导者，包括国际科学教育计划的负责人、国家科学教育标准的制定者、著名的科技专家。中国工程院韦钰院士是这个专家组成员。作为这次具有广泛代表性的高水平会议的成果，温·哈伦女士（Wynne Harlen）执笔、经与会专家参与讨论和修改，写成了《科学教育的原则和大概念》（Principles and Big Ideas of Science Education）一书^[1]。此书由韦钰院士译成中文，中国科协主席周光召先生亲自为该书中文版撰写了导言。当时韦钰院士担任组长的义务教育小学科学教育国家标准修订专家组，已经将此书的主要理念贯穿于修订过程和送教育部审核的标准之中，可惜未被认可。

该书明确了科学教育的 10 项原则和 14 个科学大概念，包括 10 个科学大概念和 4 个关于科学的大概念。这些科学大概念解释了一系列相关现象，不管学生将来是否进一步学习科学，这些大概念对于他们理解所观察到的自然界，以及依据科学知识参与那些影响自己和其他人生活质量的决策都是必要的。该书还指出了发展每个科学大概念的学习进程，阐述了学生如何通过科学探究从小的科学概念逐渐建构出科学大概念，并对围绕科学大概念进行探究的教学法进行了讨论。

自《科学教育的原则和大概念》出版以来，该书已经被译成包括法文、中文、西班牙文（南美和西班牙本土 2 种版本）、塞尔维亚文、希腊文在内的多个版本，在国际科学教

育界受到了广泛的重视和欢迎。书中所论及的科学教育的原则和大概念，得到了不同国家科学教育研究者和标准制定者的认同。在该书出版以后的 5 年里，社会经济发展对科学教育又提出了新的要求，在科学教育研究和实践方面也有了新的进展。在这样的背景下，2014 年 9 月由哈伦女士召集，之前的与会专家重新聚集在苏格兰罗斯湖畔召开会议，讨论该书再版时应该补充和修改的内容。作为第 2 次研讨会的成果，新版书《围绕科学教育中的大概念开展工作》（Working with Big Ideas of Science Education）形成并正式出版^[2]。

《围绕科学教育中的大概念开展工作》以第 1 版为基础，根据目前新的情况进行了一定的补充和深化，这些新的情况主要来自以下 5 个方面。

①根据新的经济与技术发展的需要，强调在教育中整合科学、技术、工程和数学，即强调 STEM 教育整合的要求。②关注神经科学研究对学习过程的理解，对神经科学研究成果的考虑变得越来越重要。③基于探究的教学法得到越来越广泛的运用，在科学教育实践与研究两方面都有了新的进展。④评测对教学过程产生了正面和负面的影响。⑤ 2012 年美国《K—12 科学教育框架：实践、跨领域概念和核心概念》（A framework for K—12 Science Education: Practice, Crosscutting Concepts, and Core Ideas）正式出版；2013 年美国发表《新一代科学教育标准》（Next Generation Science Standards）^[3, 4]。

基于上述 5 个方面新的情况，围绕大概念进行科学教育也需要进行相应的发展。因此，《围绕科学教育中的大概念开展工作》书中加入了对整合 STEM 教育，神经科学研究对科学教育的意义，课程内容、教学法、评测应为存在相互作用的有机整体等问题的深入讨论。

由于科学技术发展和日益激烈的国际竞争的要求，基础教育需要整合 STEM 教育。科学涉及自然界客观规律的发现，技术用以制造满足人类需求的东西，工程涉及社会经济文化背景，是一个包含了多学科整合的系统工程。数学则涉及数量、数字、空间之间的模式与关系。在教育中整合 STEM 能为学生提供机会，学习如何将这些知识有机结合以解决新的问题，这种能力也正是他们今后走向工作岗位或者进行科学研究时所需要的。同时，在教育中整合 STEM 也有利于激发

学生的学习兴趣和探究的参与度,有利于促进学生的创造性与创新性。在《新一代科学教育标准》中也强调了需要在科学教育中拓展工程领域知识的学习,以此帮助学生了解在日常生活中科学、技术、工程和数学方面的联系。

在教育中需要考虑神经教育学的研究成果,已成为国际教育界公认的发展趋势。美国在2010年前后就已经在国家层面明确了这一观点。英国在2008年发表了基于脑的教育发展框架,今年又正式成立了研究和推广网络。神经教育学的研究成果揭示了学习过程的脑基础,为解决科学教育实践中的一些关键性问题,例如,如何在科学教育中全面提升学生的能力,如何确定个性化教育的内涵,如何将神经教育学的研究技术与成果运用于学生学习水平的评测等提供了重要启示。书中还提出,在科学教育中应该注重培养学生的社会认知能力,这些都是对科学教育目标进一步的深入理解。2002年东南大学成了学习科学研究中心,神经教育学方面的研究与实践工作也由此起步。“做中学”科学教育实验项目一直强调用神经教育学的研究成果支持探究式科学教育的发展,这在国际科学教育界是很有特色的^[5]。目前,基于神经教育学的社会情绪能力研究、运用脑科学技术进行学生科学核心概念水平的评测研究也取得了阶段性的成果。

目前,基于科学大概念的探究式教学法得到了越来越广泛的运用,在研究和实践两方面都有了新的进展。《K—12科学教育框架:实践、跨领域概念和核心概念》和《新一代科学教育标准》也强调了科学教育应该更聚焦于少数的核心概念,更关注对学习内容的深入理解和运用。围绕大概念开展科学教育也意味着教学过程中课程内容、教学法、评测3个要素必将是一个存在相互作用的有机整体,其中任何一个要素的变化将对其他要素产生直接的影响(见图1)。不难理解,假如科学教育评测仅考查学生对科学事实和片断性知识的记忆,或者在教学中教师忽视引导学生建立新旧观点间的关联,那么课程内容必然不可能真正做到聚焦于科学大概念。同样,如果教学过程中仅开展注重分数的总结性评测,或者课程内容包含了过多的科学知识,也就不可能实施真正有效的探究式教学法。

《围绕科学教育中的大概念开展工作》书中描述了趋于大概念的科学教育过程中课程内容、教学法、评测所具有的特征。就课程内容而言,教师应该基于14个科学大概念设定具体的教学目标和特定的探究活动,并对学生趋于大概念的学习进程具有很好的了解。学生对与大概念密切相关的问题展开探究,收集数据、进行讨论,根据现有的证据逐渐建构大概念。就教学法而言,围绕大概念进行科学探究的价值已经超越了解答某个特定的问题。教师应该帮助学生深入理解所学内容,发展学生的探究技能,引导学生建立新旧经验、新旧观点之间的联系,从而促进他们不断向科学大概念进

展的过程。学生应有足够多的机会对周围的事物或现象进行观察、调查,提出问题并通过探究解决问题,不断反思、总结自己如何在探究过程中逐渐建构出能在更大范围内解释自然界事物

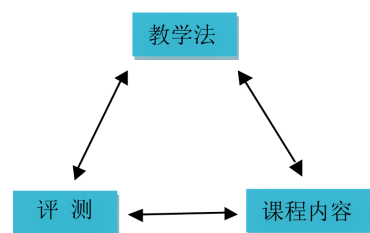


图1 教学法、课程内容、评测是存在相互作用的有机整体

与现象的科学大概念。在进行科学教育评测时,教师一方面需要开展连续的形成性评测获得学生目前学习水平的客观数据,给予学生反馈,确保他们理解学习的目标和趋于大概念进程中下一步需进行的工作,从而促进学生进行探究的积极性和有效性。另一方面,教师也需要开展适当的总结性评测来了解学生对科学大概念理解水平的总体情况。

《围绕科学教育中的大概念开展工作》凝集了来自不同国家的科学家、教育家对于科学教育的认识和思考,反映了全球性探究式科学教育研究与实践的最新进展与发展预期。此书作为5年前工作的发展和提升,一经发表,已经收到了国际教育界和科学界的广泛关注和支持。例如,全球科学院网络(the Global Network of Science Academies, IAP)在第一时间将该书发布于其官方网站,并将发行1000册纸质书提供各国的科学教育者阅读。美国科学教育学会(the Association for Science, ASE)也在其官方网站发布了该书。对于该书内容和意义的深入讨论也将成为将于今年6月在法国巴黎召开的LAMAP探究式科学教育国际会议的一项重要议题。目前,该书的西班牙文版本已经准备就绪等待出版,另外,该书的法文、瑞典文、德文、希腊文、意大利文、塞尔维亚文、伊朗文等版本翻译与出版的相关工作也已经展开。中国科协已经决定在今年6月于南京召开国际科学教育论坛,讨论相关议题。在中国科协支持下,东南大学学习科学研究中心已经受托开始中文译本的翻译工作。相信此书的出版和传播将成为全球科学教育的热点,也必将给我国的科学教育改革带来有益的启示与指导。

参考文献

- [1] 温·哈伦编著,韦钰译.科学教育的原则和大概念.科学普及出版社,2011
- [2] Wynne Harlen (Edited). Working with Big Ideas of Science Education. Science Education Programme of IAP.2015
- [3] National Academies Press. A Framework for K—12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. MH. 2012
- [4] Next Generation Science Standards. <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>
- [5] 韦钰.神经教育学对探究式科学教育的促进.北京大学教育评论,2011,09(4):16—18