

# 科学实践活动中合作论证教学模式研究\*

韩葵葵<sup>1</sup> 胡卫平<sup>2</sup>

(1. 重庆师范大学初等教育学院, 重庆 400700;

2. 陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室, 陕西 西安 710062)

[摘要] 科学实践活动是当前学生科学概念学习的重要阶段,也是科学论证能力培养的基础。合作论证科学实践活动教学模式能够培养学生提出论点、反论点和反驳的科学论证能力;帮助学生理解科学本质,进而不断提升学习能力和效果,充分有效地提升逻辑思维能力。合作论证科学实践活动的基本要求是:合作是科学论证的有效途径;作为科学理论的基础,科学概念作用相当关键;科学实践和具体的科学理论是相辅相成的;科学思维发挥了关键的核心作用。

[关键词] 科学实践;合作论证;科学论证能力

[中图分类号] G633.7

[文献标志码] A

[文章编号] 1002-1477(2017)09-0062-05

科学作为一种探究,不仅强调科学的过程性,而且强调将科学实践(Scientific practices)活动与科学论证紧密地结合在一起。科学实践活动的每个环节都需要学生进行科学论证。在 21 世纪“知识爆炸”的时代,科学教育的目标是提升学生的科学素养,科学论证能力更是科学素养的核心。所谓科学论证能力(Scientific argumentation ability),是指学生以科学知识为中介,根据收集到的数据资料提出主张和进行推理(Argument),反思自己和别人论点的不足以提出反论点(Counter argument),同时反驳他人的质疑和批判为自己辩护(Rebuttal)的综合思维能力。完善的科学论证能力能够促进学生对于科学的理解和认知,进一步增加学习的主动性,然后有效提升学生沟通和交流的能力,进而以批判性思维看待问题,加深对科学本质的理解<sup>[1]</sup>。本文介绍科学实践活动中使用合作论证教学来培养中学生提出论点、反论点和反驳的论证能力的教学模式建构。

## 一、合作论证教学模式

课堂中的合作互动会激发学生的学习兴趣,而这一点尤其适合于论证活动。论证过程中采取合作策略,一来可以分担学生在智能上的负担,通过同伴之间思维的互动,可以增进学习的成效。合作论证教学强调以学生为中心,培养学生的科学论证能力,提供机会让学生表现自己、展现成果,并与同伴沟通互动得到研究结论<sup>[2]</sup>。合作论证是集体得到统一答案的过程,为了得到问题的答案,参与的学生放弃墨守问题可能的解释而提出新的解释,附和或者批判他人的想法,最终在整个小组达成共识。科学论证的特点在合作论证教学中获得充分的支持。Driver 等提出多元意见式论证模式也是一种合作论证模式,培养学生的科学论证能力必须向学生提供机会进行论证。例如,给学生机会构思理由以及支持特定的主张,而不只是被动地接受教师所提出的理由和解释;学生在这个过程中试图说服他人、提出质疑和问题、关联其他的观点、指出还缺少哪些证据。

[收稿日期] 2017-04-22

[基金项目] 国家基础教育质量监测任务(2014AC002)。

[作者简介] 韩葵葵(1983—),女,江苏徐州人,博士,讲师;胡卫平(1964—),男,山西霍州人,博士,教授,博士生导师。

\* 本文为韩葵葵博士论文部分成果。

建构主义学习理论强调科学是对科学现象和问题提出合理解释的论证过程,科学学习要通过学生之间的合作来共同建构有说服力的科学解释,强调知识即共识。在以合作论证为中心的科学研究活动中,学生是科学知识的产生者,需要主动收集资料、提出看法,与他人辩驳并达成共识,最终建构科学概念;教师的角色是鼓励学生使用科学,引导学生建构论点。学习科学已表明,课堂中的相互合作论证常常会引发个体学习。在论证活动中学生的对话和互动沟通除了立场不同的双方进行质疑与交流之外,还包含同组学生的合作交流。因此,合作论证的过程是学生科学概念学习和科学探究的重要阶段,也是论证能力培养的关键。

本研究采用的合作论证流程如图 1 所示。根据研究者建构的科学论证能力结构模型,将学生的论证步骤分成“明确论证问题、进行论证和得出结论”三个阶段,每个小组依照此步骤开展科学论证和实践活动。



图 1 小组合作论证流程

### 1. 明确论证问题

教师或学生提出一个科学问题,接着每位组员逐一说出自己的想法。这个步骤主要是将讨论的内容限定在一定研究范围内,防止问题失去焦点。

### 2. 论证

每个小组成员发表个人的论点后,其他组员可以针对其内容提出问题和质疑,发表者应该针对问题和质疑加以说明、澄清和辩护。也就是当小组成员间出现不同的观点时,各成员各自为自己支持的观点与想法进行论证。

### 3. 结论

当小组成员停止论证或者出现与问题无关的对话时,由小组长请其他组员发表不同的观点;或者各个成员之间已经形成共识并且得出结论。

上述合作论证流程运用于科学学习的各个环节,主要让学生在小组合作论证中学习和练习陈述自己的主张与理由,并且反驳别人的论点,以提升科学论证能力。

## 二、合作论证科学实践活动教学模式

科学研究过程本身就是通过科学的理论和思维进行一些问题的发现、解释和探索的具体活动。科学实践活动是一种多维度的科学活动<sup>[3]</sup>。《K-12 科学教育框架——实践、跨领域的概念和核心概念》和国际数学与科学趋势研究项目(TIMSS 2015)都特别强调把科学概念的学习与参与科学实践活动结合起来,让学生从“做”中学<sup>[4-5]</sup>。科学实践的目标是激发学生对科学探究的兴趣和独立研究的潜能,提升学生的科学思维能力与技术创新能力。

当前在中国推行的科学教育中,虽然有实践性的课程,但是大多数仍然是一些较初级的验证性实验。学生论证实验目的、实验方法及可行性的机会很少,而且实验结束后学生更少有尝试对这些数据和现象进行合理的分析,实验的结果大多为课本、参考书和公式化的说明和阐述,学生的主动性几乎被埋没。因此,在中学科学实践活动中若能让运用科学论证指导科学探究,对其科学素养和科学学习将会产生更深远的影响。虽然目前中国《科学课程标准》并没有直观明确地指出当前科学教学的目标,但是在相关的表述中也明确指出:“能够有效地指出当前证据和结论之间的联系,根据这些具体的科学结论形成所需要的证据,然后依据这些不同的观点来进行意见的汇总和交换。”<sup>[6]</sup>事实上,这也是当前科学论据进行具体证实的体现。当前科学论证在具体的科学研究和科学概念中有着相当重要的作用,同时也是为了进一步提升当前中学生的科学素养,确保当前中学生建立、完善有效的科学论证能力,这也是当前中国教育发展和推行过程中的一个重要目标。

根据建构主义理论、合作论证模式(图 1)和思维型课堂教学模式,笔者提出了合作论证科学实践活动模式,主要包括 6 个阶段(见图 2)。

### 1. 创设情境

科学探究应该在真实情境下进行,通过教师的引导让学生进行实际的实验研究,使用真实生活中的问题情境激发学生的论证热情。Brown 等从认知的观点提出情境认知理论,Lave 等从人类学观点提出

情境学习理论,他们都主张学习应在真实情境中进行,不能与情境分离,才具有意义与应用价值。这个阶段的主要任务是通过创设情境产生认知冲突,激发学生的学习兴趣和学习动机。教师要通过提出一些启发性的问题并提供丰富有趣的活动材料创设情境,激发学生的兴趣。因此,应设计与学生生活经验相关的开放式问题来激发学生积极参与科学实践活动。

## 2. 形成探究问题

科学家普遍认为,教学中最难的是提出问题的能力。科学哲学家波普尔认为科学思维活动是从各种问题开始的,科学探究的逻辑起点应该是问题。形成探究问题的过程正是学生发展知识、观察和实践的过程,因此,在科学教学中,教师需要有效地鼓励和培养学生独立提出、处理并且解决问题的主动性和积极性,培养学生“敢想敢问”的问题意识,从中体验自尊心和责任感,促进学生创造个性的发展。在具体的科学实践中,学生不仅需要了解如何提出问题,还需要知道怎么样对于这些问题进行评判。

## 3. 设计和开展探究

根据查阅的文献资料和提出的假设,学生开始以小组合作的方式设计实验方案,从实验中寻求证据以验证假设,这是一种让学生通过合作探究、收集实验资料、记录实验现象和数据、分析资料得出科学结论并解决问题的途径与方法。在持续的探究与论证活动中,学生将对如何有逻辑地表达自己的想法、如何形成问题、如何设计实验进行探究、如何提出有证据的说服叙述,以及要如何对他方立场提出有根据的质疑等,从而对科学论证的方法与内涵有更深入的理解。

## 4. 解释和交流探究发现

科学现象和探究结果的解释可以作为论证的源头,而论证可以创造一个强解释的情境,因此,科学解释有其更清楚而严谨的内涵。科学解释的成分包含主张、证据和推理。很多学生认为,当他们完成资料收集工作时,科学探究也结束了,其实此时科学探究才真正开始。美国国家教育研究委员会提出的探究教学模式,将探究能力分为界定问题、设计规划、实作验证、分析解释、沟通辩论等能力,其中特别强调解释的重要性。科学解释的建构是探究的一部分,对学生而言,建构解释不但能够帮助他们了解现象,还能引导刺激他们进入科学探究的过程,帮助他们了解科学知识的建构是一种社会过程,而非不变的事实。

## 5. 反思探究发现

反思是不断、持续、主动地自我思考的动态过程,是达到深入学习的最好方法之一。参考过去经验,作出正确有价值的选择,并且能运用到不同情境中,在实践的过程中自我反思,达到学习和成长的目的。学习者在自我经验反思后,会对自己所拥有的知识、态度、技巧和能力加以调适、改变或增强。实验结束后,学生应回顾实验数据,自发地对实验结果和意义进行反思,并要求学生进行实验设计反思、实验过程反思、实验结果反思和实验问题反思。反思的过程可能发现新问题,推动探究新问题,会给学生带来意外的惊喜和收获。

## 6. 迁移和应用

迁移是指先前的学习对于后续学习的影响。论证教学能增强学生科学知识和论证的表现,提升论证品质,同时学生能将相关背景所学到的推理能力应用至日常生活中解决问题。学生若能够将先前学习的知识或技巧带到新的情境中加以运用,则学习迁移就会成功产生。所谓迁移应用其实就是对于当前所学的知识,如何恰当地运用到其他的情景和范围中,这也是为了有效地促进学生对于问题的分析和解决能力的提高。在这一环节,学生要扩展自己的思路,应用已学知识对于当前一些新的问题进行阐述和解决,然后保证当前知识的学习、使用以及后期的升华,并可以将学习到的论证能力应用于不同的情境脉络中。

## 三、合作论证科学实践活动的基本要求

学生在论证过程中,需要运用许多高层次的思维将内隐的想法精致化、具体化,形成主张,培养科学

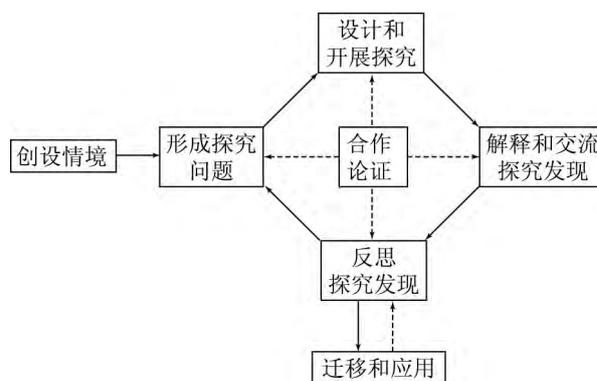


图2 合作论证科学实践活动教学模式

论证能力的同时也可以发展学生的科学探究、逻辑推理和批判思维能力,因此,思维是科学论证的核心。教师在进行科学教学时,应该鼓励学生提问、思考、提出假设、收集证据、进行实验或是观察、解释与分享研究结果。具体应注意以下方面:

### 1. 合作是科学论证的有效途径

合作论证是个人建构论点很重要的途径。发展学生科学论证能力,要求教师必须有效组织小组和全班的讨论,必须让学生亲自且主动地参与思考相关议题,表达出他们自己的论点,给予学生课堂上的发言权。在科学学习的过程中,在与他人的交流过程中不断地进行思考和反思(特别是其中一些和其他人反对的观点),这样有助于学生对于这些观点和理论进行正确思考。Kuhn 等让学生写一篇关于死刑的论文,结果显示:在论证中持续几个星期与不同的搭档进行多样化对话,能大大地提高主题推理中双边的、有用的论证次数。Keefe 等研究发现,相比没有体验过合作论证的学生的论文来说,在那些参与过讨论的学生的论文中明显多出很多论证、争辩和反驳以及针对文章信息的参考数据。Albe 利用“手机是否会影影响健康”议题让学生进行小组论证,结果发现通过合作讨论的方式,能让学生间产生社会互动,有助于促进论证能力的发展。Sampson 等在具体的研究过程中,将中学生作为主要的研究对象,然后通过个人和小组两种论证模式下研究学习的效率。结果证实:学生在两种模式的论证学习成效并没有显著性差异,然而有参与小组论证学习的学生在建构自己的论证时会引用或者融入小组论证。研究结果显示,小组合作的模式确实对论证学习有正向的影响。

合作论证教学模式强调沟通与讨论,重视学生间的互动过程。同伴之间互相阐述自己的观点和理论,然后对于他人的观点认真倾听,这样就能够有效地锻炼学生的逻辑思维水平和能力。并且在探讨的过程中,学生还需要对于同伴的观点进行质疑,在具体争论的过程中进行很好的反思,这样才能够进一步加深印象,建构出新的假设和对问题的更深层的理解。现实教学过程中学生的论证能力无法提升,往往是学生发表意见或者与同伴进行论辩的机会太少,但是在合作学习过程中,小组同伴有更多沟通、交流的机会。因此,建立适合发展合作关系的论证环境,学生能通过与同伴讨论来澄清知识,得到知识的真正意义。合作论证能帮助学生建立论证图式以及抽象知识结构,抽象知识结构是论证会话的拓展与延伸。这样的图式能够确保组织和检索到与论证相关的信息,有利于生成和纠正论证,同时也为预先提出反对意见、寻找本人与他人论证中的错误提供基础。在小组合作论证过程中,学生会主动寻找与讨论主题相关的数据与书籍,制作与主题有关的实验道具,并利用这些材料来说明问题,或对问题提出解答。同时,学生也会发表自己的意见,并利用彼此意见的不同,达到沟通的效果。在沟通的过程中,学生也可以了解彼此的想法,同时因为对题目的理解不同,会使学生面对问题时能产生更多的方法去了解问题与解决问题。因此,小组合作论证可让学生思考别人的观点,甚至整合大家的想法,达到集思广益的效果,使同组的每位学生都能得到很多不同的方法或观点,从而使得小组论证内容更加丰富。

### 2. 科学概念学习是科学论证的基础

科学学习是学生解决科学问题的关键活动,主要是根据当前经验的调查然后对于这些事物或者是现象进行进一步的解释或者是证实,这也要求学生不仅要依据自身所学的知识,还需要进行更为深入的探索,通过进行科学有效的论证才能确保学生认识到自己所学到的科学理论知识是切实有效的。在科学教育中,人们不应只关心科学知识的传递,更要关心思维的训练和科学态度的形成。科学知识的获得和论证有着密不可分的关系,因为论证扮演一种启发式的教育角色,可以用来发展学生对科学概念的理解。Osborne 的研究表明,科学论证课程有助于学生对科学概念的理解。Gagne 的学习层次理论认为:学习行为由简到繁,由基层到高层,高一层是低一层的延伸,而低一层为高一层的基础。这样也就基本上能够确定,科学概念本身就是科学论证的基础,而科学论证也进一步地对概念进行了深化和拓展。科学论证能力与科学概念学习一直都是科学教育研究者关心的重要内容,除了基本的科学概念学习之外,科学论证能力的训练更是提升科学素养时不能忽略的一项重要内容<sup>[7-8]</sup>。从一些实证性的研究中也能够获得这部分证据的支持,例如 Howe 和 Mercer 等的研究皆显示,学生可以从论证过程中发展有效的论点,并通过合作和比较同伴的观点来精炼自己的知识和理解,有助于科学学习。

### 3. 科学实践与科学论证相辅相成

从本质上来说,科学实践活动其实就是一个探索的过程,但是其实它更加关注的是科学探究过程中应用科学知识解决科学问题的具体活动。科学探究始于问题,推进于问题,发展于问题。学生对问题

产生困惑并产生求解问题的欲望,这是科学教育的前提。科学实践活动要能反映当今的多元化社会,将情境本土化,使学生更容易切入问题,对学生而言才有意义。因此,教师所选择的实践活动内容应与生活有密切关系,或从日常生活中取材,从日常生活现象的观察科学概念的建构,避免在无意义的背景下提出问题。

科学探究不仅是一种教学方法,更是一种重要的科学态度与精神。美国哲学家和教育家杜威曾经明确表示,当前探索的过程其实就是对于概念进行深入、持续的思考和研究<sup>[9]</sup>。Hofstein 等对于科学探究进行了具体的概念确定,指出:“科学探究就是科学家在对于自然界进行研究的时候所采取的做法、提出的想法以及根据目前的研究得到的证据”。科学探究除了能帮助学生科学知识和技能外,还能使其经历科学家在具体的对于自然界探索的过程中,形成比较完善的知识链,然后从中认识到科学的本质,促进科学态度的正向发展,并能将所学应用在日后的生活中。美国《新一代科学教育标准》(NGSS)中科学实践的内容标准包括:“根据问题的提出和具体定义,确定当前开发和具体使用的模型进行合理有效的分析和研究,分析过程中主要使用的有计算和数学思维,对于具体的方案进行科学合理的阐述,然后进行论证的推理、搜集和评估,以及最后的信息交流这几个不同的方面。”<sup>[10]</sup>李松涛等以科学实践活动为情境,了解小学生论证能力的变化情形,研究结果发现:探究教学对于学生科学论证能力的影响是显著的。Finley 等表示当前科学探究本身就是一个社会活动的过程,同时还强调在当前的研究中我们主要是通过小组合作的方式来确保学生之间的沟通和交流,然后加深学生对于当前科学知识的理解和本质的探究。在科学实践活动中学生能像科学家一样以真实的方法去发现问题,例如,以动手操作、阅读、写作、沟通、发表等方式去发现自然界的真谛并从中提出自己的想法和支持此想法的证据及解释,获得寻找问题和解决问题的能力。在科学实践活动过程中,学生必须细心、耐心观察、收集、分类数据并进行预测及推理后给出结论,再与真正的事实反省检讨,这是一个印象深刻、难忘的学习经验,所以教师应尽量赋予学生积极参与科学探究的机会。学生若能参与科学实践活动,真正有效地开展科学研究,对其中发现的问题进行合理的解释,对于自己的意见通过有效的论据来进行论证和辩护,必将有效地提升科学论证能力。

#### [参考文献]

- [1] 韩葵葵,胡卫平,王碧梅. 国际科学教学心理的研究进展与趋势[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2014,32(4):63-70.
- [2] SAMPSON V, CLARK D B. A comparison of the collaborative scientific argumentation practices of two high and two low performing groups[J]. Research in Science Education,2011,41(1):63-97.
- [3] NATIONAL SCIENCES COUNCIL. Inquiry and the national science education standards [M]. Washington D C: National Academy Press,2000.
- [4] TIMSS 2015 Science Framework [EB/OL]. [2017-04-10]. [http://timss.bc.edu/timss2015/downloads/T15\\_FW\\_Chap2.pdf](http://timss.bc.edu/timss2015/downloads/T15_FW_Chap2.pdf).
- [5] NATIONAL SCIENCES COUNCIL. A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas [M]. Washington D C: National Academy Press,2011.
- [6] 中华人民共和国教育部. 义务教育初中科学课程标准:2011年版[M]. 北京:北京师范大学出版社,2011.
- [7] KUHN D. What is scientific thinking and how does it develop?[G]//GOSWAMI U. Blackwell handbook of childhood cognitive development. Oxford:Blackwell Publishing, 2002.
- [8] WILKENING F, SODIAN B. Scientific reasoning in young children: introduction [J]. Swiss Journal of Psychology,2005,64(3):137-139.
- [9] 李宝敏. 儿童网络探究的本质、维度与内在价值[J]. 全球教育展望,2011,40(1):54-59.
- [10] ACHIEVE INC. APPENDIX F-science and engineering practices in the NGSS [EB/OL]. [2017-04-10]. <http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Appendix%20F%20Science%20and%20Engineering%20Practices%20in%20the%20NGSS%20-%20FINAL%20060513.pdf>.

[责任编辑:陈学涛]