

科学专业师范生科学实验观的 调查研究与反思

张 霄¹, 丁 邦 平¹, 姚 舒², 胡 扬 洋¹

(首都师范大学 1. 教育学院; 2. 生命科学学院, 北京 100048)

摘 要:科学实验观是个体对于科学实验所持有的观念和认识。研究采用调查问卷及现象图析学方法,对北京市某师范大学191名科学专业大三年级的师范生进行调查研究。结果表明:师范生能够意识到科学实验观的重要性,但对之缺乏基本的了解与反思;师范生总体上倾向于现代科学实验观,物理师范生倾向认为实验具有可重复性,化学师范生倾向认为实验不完全具有客观性;绝大多数师范生认同科学实验对理论的验证和检验作用,物理师范生更认同实验对科学事业发展的作用,生物师范生更认同实验对个人发展的作用,化学师范生无明显倾向。基于调查结果反思师范生的培养模式,并提出相应建议。

关键词:科学专业师范生;科学实验观;调查研究;反思

中图分类号:G650 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2017)02-0043-09

科学实验观(Views of Conceptions of Experiments)是个体对于科学实验所持有的观念和认识。教师持有的科学实验观能够直接作用于教师的教学行为,进而对学生的学习效果产生影响^[1],并且这种影响与教师的性别、教龄、所授学科关系不大^[2]。相较于资金支持、管理制度、实验室资源等这些能够对实验教学效果产生影响的外部因素而言^[3],科学实验观对教学内容以及教学过程所产生的影响更为直接^[4]。如果教师过于狭隘地理解实验所具有的作用与价值,那么在其教学过程中极有可能忽视某些重要内容^[5],从而抑制学生的学习效果。

师范教育是培养未来教师的教育。科学专业的师范生(以下简称为“师范生”)包括物理、化学、生物师范专业的学生(以下简称为“物理师范生”“化学师范生”“生物师范生”)。培养师范生形成良好的科学实验观是培养未来高水平科学教师的重要内容。有研究表明,合理的培养途径能够促使师范生将科学实验观自发地转化为良好的教学行为^[6]。从国内现有研究内容上看,绝大多数研究是针对教师或学生的科学本质观进行调查,极少有涉及科学实验观的相关研究;从国内现有研究方法上看,多数研究是采用问卷调查法,通过对数据的统计与分析揭示教师或学生的科学本质观发展情况。

本研究采用量化研究与质性研究相结合的方法,针对师范生的科学实验观进行调查,旨在揭示:(1)师范生科学实验观的基本发展情况,即师范生对科学实验观的了解与反思程度;(2)师范生科学实验观的整体发展概况,即师范生科学实验观的整体倾向性以及不同专业师范生科学实验观

收稿日期:2016-11-04

作者简介:张霄,首都师范大学教育学院博士研究生。

丁邦平,教育学博士,首都师范大学教育教授,博士生导师。

姚舒,首都师范大学生命科学学院博士研究生。

胡扬洋,首都师范大学教育学院博士研究生。

的整体差异;(3)师范生科学实验观的具体发展情况,即师范生对科学实验价值的具体认知,以及不同专业师范生科学实验观的具体倾向。

基于调查结果进行反思并提出改进建议,以期为促进师范生形成良好的科学实验观提供帮助。

一、调查对象与方法

(一)调查对象

本研究选取北京市某师范大学 191 名科学专业大三年级的师范生作为研究对象。其中,物理师范生 85 人(男生 41 人、女生 44 人),化学师范生 58 人(男生 5 人、女生 53 人),生物师范生 48 人(男生 8 人、女生 40 人)。选取该样本作为研究对象基于两方面原因:一是,大三年级的师范生已经初步形成较为稳定的科学实验观,在本科阶段参与完成了大量的科学实验,完成实验的次数与时间有助于强化个体科学实验观的形成和便于数据的搜集与分析^[7];二是,大三年级师范生尚未参加教育实习,其科学实验观处于较为自然的状态,尚未受到外界过多因素的干扰。

(二)调查方法

本研究采用量化研究与质性研究相结合的方法。量化研究采用问卷调查法,主要包括师范生科学实验观基本信息调查和李克特量表两部分内容。通过对师范生科学实验观基本信息进行描述性统计,旨在回答“师范生对科学实验观的了解程度如何”“师范生认为科学实验观的重要程度如何”“师范生对自身科学实验观的反思频率如何”等问题。李克特量表包含 6 道题目,内容涉及实验的影响因素以及实验结果的性质。使用 SPSS 软件对量表的数据进行分析,判断师范生科学实验观的整体倾向以及不同专业师范生科学实验观的差异。

质性研究包括笔试测验和半结构式访谈。调查问卷设有主观开放题,不限制回答的字数与时间,受访者能够真实、全面地表达对科学实验的理解,例如:“你认为科学实验具有哪些作用?可举例说明”。

使用现象图析学(Phenomenography)方法对主观题的结果进行搜集与分析。在现象图析学中,数据的搜集覆盖个体对问题理解的所有类型^[8]。现象图析学数据分析的一般过程为:首先,阅读文本,将主观题的答案进行归类,初步搭建结果框架;其次,对内容进行压缩,归纳答案中涉及的关键词和重要内容;最后,以思维图(mind maps)的方式呈现研究结果,并在绘图的过程中完成对各级分类的命名以及对其中部分内容进行的微调。本研究中的现象图析学数据分析过程是:首先,通过做实验找出一些规律和得出一些结论;其次,对这些规律和结论进行归纳和总结,并提出假设和猜想;最后,再通过实验的方式对假设和猜想加以证明和验证,最终产生科学理论。具体过程如图 1 所示。

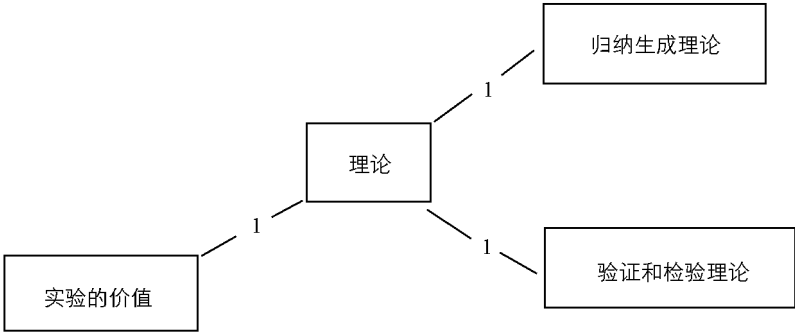


图 1 样本思维图

需要说明的是,由于同一名师范生的答案可能涉及两项关键词,因此在思维图中同专业师范生的比例数之和大于百分之百。以所绘思维图为依据,设计访谈提纲,对 3 个专业的师范生进行半结

构式访谈,旨在深入了解师范生科学实验观的形成过程及影响因素。

二、调查结果与分析

(一)师范生科学实验观的基本发展情况

师范生科学实验观的基本发展情况是:能够意识到科学实验观的重要性,但缺乏基本的了解与反思。

师范生参与完成的实验主要包括 3 种类型:一是必修实验,即获得学士学位所必须参加的实验课程;二是选修实验,即为修满学分选择性地参加实验课程;三是科研立项,即跟随导师完成的与实验项目相关的研究课题。调查结果表明,在完成一定学时必修实验课程的基础上,绝大部分师范生会选择参与完成科研立项,部分师范生会选择参加与实验相关的选修课程。具体情况如表 1 所示。

表 1 师范生参与实验活动情况

专业	必修实验		选修实验 参加人数 比例	科研立项 参加人数 比例
	学时	内容		
师范物理	336	普通物理综合设计实验、近代物理实验、模拟电子技术实验、普通物理实验等	33	47
师范化学	496	无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验、仪器分析实验、物理化学实验等	24	66
师范生物	400	生物化学实验、细胞生物学实验、微生物学实验、生态学实验、动物学实验、普通物理综合设计实验等	10	64

由表 1 可以看出,师范生在本科期间有机会参与完成大量的科学实验。虽然师范生参与完成了大量的科学实验,但其科学实验观的发展状况并不乐观。具体表现为:(1)师范生对科学实验观的认识水平总体不高,57%的师范生对科学实验观的了解程度仅为“一般”,15%的师范生为“不太了解”;(2)绝大部分师范生缺乏对自身科学实验观的反思,调查中 41%的师范生表示“很少”对自身的科学实验观进行反思,37%的师范生则表示“有时”会进行反思;(3)师范生普遍能意识到科学实验观的重要性,40%的师范生认为科学实验观“非常重要”,42%的师范生认为科学实验观“比较重要”。具体情况如图 2 所示。

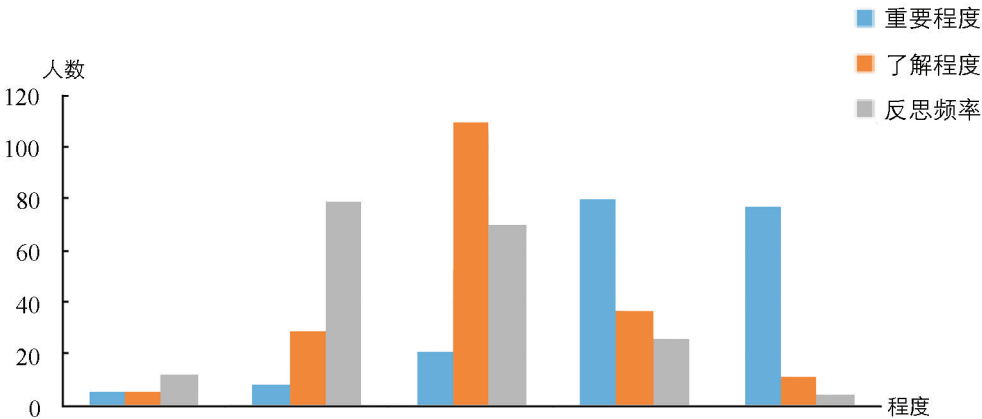


图 2 师范生科学实验观基本信息

调查结果表明,师范生能够意识到科学实验观的重要性,但缺乏对其基本原理的了解与反思。通过访谈了解到,在师范教育中普遍缺乏教师或课程对师范生科学实验观的有效引导。例如,访谈中一名大三化学师范生表示:“教法老师主要是对教育史和中学化学课标等内容进行讲解,从

来没有涉及科学实验观的教学内容”。培养师范生形成良好的科学实验观应是师范教育的重要内容之一。教师在引领学生完成实验的同时,还应当引导师范生对实验与理论、实验与社会、实验与个体、实验与科学事业等各因素之间复杂关系进行思考。教法教师应当以科学史和科学哲学为基础,鼓励师范生对科学实验兴起的背景,科学实验发展中的范式转变,政治、经济、文化等因素对科学实验的影响等问题,进行思考与讨论。特别是应当鼓励师范生对实验的本体论问题,即“科学实验是什么”等内容进行深入思考,以加深师范生对科学实验观的理解程度与提高反思频率。

(二)师范生科学实验观的总体发展情况

师范生科学实验观的总体发展情况是:倾向于现代科学实验观,物理师范生倾向认为实验具有可重复性,化学师范生倾向认为实验不完全具有客观性。

现代科学本质观和经典科学本质观的主要区别在于,对知识的客观性、中立性、确定性的解构方式不同,前者强调知识的生成性与建构性,突出社会、个人等因素对理论发展的影响^[9]。科学实验作为科学事业的构成要素之一,必然具有满足科学知识的特征。因此,本研究依据实验结果的确定性、客观性、中立性等特征以及社会、个人和理论对科学实验观的影响因素,作为调查师范生科学实验观总体倾向的主要内容。具体问题和结果如表 2 所示。

表 2 师范生科学实验观的总体发展情况

科学实验的结果及影响因素	专业	均值	因子	均值差值	Sig.a
1. 实验的结果是确定的,其真实性毋庸置疑	W	2.881	W-H	0.068	0.693
	H	2.814	W-S	0.102	0.512
	S	2.78	H-S	0.034	0.818
2. 实验的结果是客观的,不随个体和社会之间的差异而改变	W	3.475	W-H	0.627 *	0.001
	H	2.847	W-S	0.186	0.257
	S	3.288	H-S	-0.441 *	0.028
3. 实验的结果是可重复的,在相同实验条件下,同一实验能够获得相同的结果	W	3.39	W-H	0.508 *	0.016
	H	2.881	W-S	0.441 *	0.019
	S	2.949	H-S	-0.068	0.698
4. 个体之间的差异(如性别、种族、地域等)会影响实验的设计、实施,以及对实验结果的观察与解释	W	3.492	W-H	-0.254	0.149
	H	3.746	W-S	-0.322	0.061
	S	3.814	H-S	-0.068	0.68
5. 各种社会因素(如政治、经济、文化等)会影响实验的设计、实施,以及对实验结果的观察与解释	W	3.627	W-H	-0.085	0.616
	H	3.712	W-S	-0.169	0.296
	S	3.797	H-S	-0.085	0.623
6. 个体所持有的理论会影响实验的设计、实施,以及对实验结果的观察与解释	W	3.983	W-H	-0.136	0.329
	H	4.119	W-S	0.136	0.357
	S	3.847	H-S	0.271	0.073

注:a 对多个比较的调整是最不显著差别(相当于未作调整);

* 显著性水平为 0.05;

W 为物理师范生,H 为化学师范生,S 为生物师范生。

从表 2 可以看出,师范生总体上认为实验结果不具有绝对的确定性,个体、社会、理论等因素会对实验的设计、实施,以及实验结果的观察与解释产生影响,因此,师范生的实验观总体倾向于现代科学实验观。现代科学实验观的特征是:“实验结果可能会因技术的进步而变得过时,也可能会因某种认识的进步(按照新的认识,某种实验设置会被看做是不适当的)而被拒绝,还可能因理论理解的转变而被当作是无关因素予以忽略。”^[10]通过访谈了解到,该师范院校为师范生开设了“物理学史”“化学前沿”“生命科学前沿”等课程。其中,对科学实验的演变、发展历程、功能与价值等问题已完成初步探讨,此类课程能够在一定程度上影响师范生科学实验观的形成与发展。除此之外,师范

生的实验课程种类繁多、内容丰富,师范生在完成大量的实验过程中逐渐了解了实验结果的特征,对实验结果是否具有绝对的客观性、确定性、中立性等问题已形成初步判断,并开始反思个体、社会、理论等因素对实验结果的影响。

从表 2 还可以看出,在“可重复性”项上,物理师范生的平均得分为 3.39,显著高于化学(2.881 分)和生物(2.949 分)师范生的平均得分。换言之,物理师范生更加倾向认为科学实验结果具有可重复性。这一认识结论与物理学学科特征以及师范生的培养方式有很大关系。一方面,就学科特征而言,相较于化学与生物,物理学学科的“范式化”特征更明显,即学科自身拥有更为经典的、确定的范例和更为系统化的理论体系,诸多物理学家甚为自豪地将物理学称为“硬科学”^[11],实验作为“范式”的基本构成要素,自然被视为科学事业中最“坚实”的部分,实验结果必然拥有较强的确定性与可重复性;另一方面,就师范生培养而言,物理专业师范生在本科阶段完成的实验局限性较大,绝大多数实验为大学课程体系中既定的内容,其中以基础性和验证性实验为主,在完成这类实验的过程中,师范生仅须按照既定的方案,顺利重复实验即可,这在很大程度上,抑制了师范生的自主创造空间,实验目的囿于既定实验结果的复现。

从表 2 中又可以看出,在“客观性”项上,化学师范生的平均得分为 2.847,显著低于物理(3.475 分)和生物(3.288 分)师范生。换言之,化学师范生更加倾向认为实验结果不具有绝对的客观性。20 世纪初至今,化学领域的研究方法经历了由计算、测量以及物理学的实验技术,转向利用特殊方法进行化学合成与分离,再到偏重于利用模型、数据等探讨晶体结构,至如今的利用晶体学方法来探讨生物大分子结构及其作用机制等一系列过程^[12]。化学研究方法的高速更新,在一定程度上削弱了实验的基础性地位。21 世纪计算机模型的兴起,更是在方法论层面对实验结果提出了挑战,化学实验结果的客观性也因此受到冲击。就化学师范生的培养而言,师范生参与完成的实验绝大多数为验证性实验,即在明确反应机理和操作步骤的前提下通过实验获得预期的实验结果,指导教师通常以实验结果是否与预期相符作为判断实验成功与否的唯一标准。访谈中有化学师范生表示:“为了获得实验的预期结果有时会篡改数据,强行解释”。由此可见,学科特征以及师范生的培养方式都是影响师范生科学实验观形成与发展的重要因素。

(三)师范生科学实验观的具体发展情况

师范生科学实验观的具体发展情况是:绝大多数师范生倾向科学实验对理论的验证和检验作用,物理师范生更加倾向实验对科学事业发展的作用,生物师范生更加倾向实验对个人发展的作用,化学师范生无明显倾向性。

通过对师范生主观题的答案进行现象图析学分析。结果表明,师范生的科学实验观发展比较狭隘,不同专业师范生的科学实验观倾向性各有不同。具体情况如图 3 所示。

师范生的科学实验观可以划分为 4 个维度,即实验对理论的价值、实验对个人的价值、实验对社会的价值、实验对科学事业的价值。实验对理论的价值维度包括检验和验证理论、提出理论假说、拓展理论、获得现象以归纳生成理论、增强理论的可靠性与客观性、证伪理论、增强理论的预测功能等。实验对个人的价值维度包括加深对理论的理解、加深对科学价值的理解、加强直观地认识事物的能力、增强操作能力、激发学生的兴趣和好奇心、增强逻辑思维能力、增强解决问题与探究能力、开拓视野等。实验对科学事业的价值维度包括赋予结论科学性、为科学发展奠定基础、推动科学事业发展、增强理论与实践的联系性、探索未知领域等。实验对社会的价值维度包括:增强食品、医疗等领域的安全性,促进科学在技术领域的应用。从整体而言,科学专业师范生的科学实验观比较狭隘,绝大多数师范生倾向于科学实验对理论的验证和检验作用。

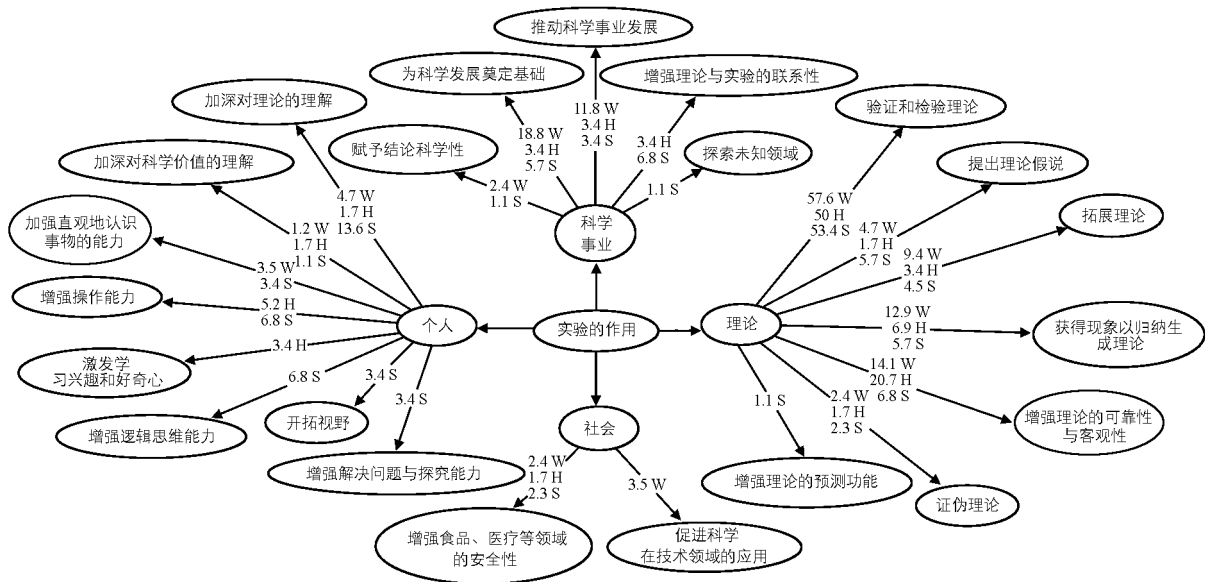


图3 师范生科学实验观的具体发展情况

注:W代表物理师范生,H代表化学师范生,S代表生物师范生,数字代表人数的百分比。

调查表明,有 57.6% 的物理师范生、50% 的化学师范生和 53.4% 的生物师范生认为,实验的价值即为验证和检验理论;14.1% 的物理师范生、20.7% 的化学师范生和 6.8% 的生物师范生认为实验能够增强理论的可靠性与客观性。这一结论与师范生参与完成实验的模式有直接关系。通过访谈笔者了解到,3 个专业的师范生基本遵循着“食谱式”(cookbook)的流程完成实验,即课前完成实验的预习(熟悉实验目标、药品仪器、操作过程等内容),课中严格地遵循既定内容完成实验,课后教师以是否完成既定的实验目标为依据判定实验结果成功与否。然而,“作为科学教师……少有人知道学生的先入之见也会影响他们看待实验活动的方式,如此一来,有些学生就会形成对科学实验本质的错误认识”^[13]。科学史上的大量实验,如拉瓦锡基于质量守恒定律的燃烧实验、爱因斯坦广义相对论的质疑与接受过程、孟德尔遗传定律的发现与接受过程等,早已揭示实验与理论的复杂关系,而师范生参与完成的大部分实验,通常仅发挥了实验的验证功能,即基于某一确定目标提供相应的证据或解决方案。实验类型的过分单一,使师范生极少会关注实验的证伪、预测、拓展、提出假说等功能,进而导致师范生科学实验观的片面发展。

相较于化学与生物,物理师范生更加倾向认为实验对科学事业所起的作用,有 11.8% 的物理师范生认为实验能够“推动科学事业发展”。当代物理学是“大科学”的典型代表。美国科学学家普赖斯于 1962 年 6 月发表了一篇题为《小科学、大科学》的著名演讲,区分了“二战”前由单个或少量科学家开展、低投入、关系松散的小科学”,与“二战”后由科学家团队合作、高投资、政府驱动的“大科学”^[14]。这种“大科学”已不纯粹是科学理论本身,而是汇集了工程、技术、管理、经济乃至社会各种要素的庞大集合体,并且以“滚雪球”的方式持续碾压与膨胀。对我国而言,载人航天、航空母舰、太空授课等科学事件更多地与物理学相联系,包括学生在内的公众不断被强化物理实验是“科学事业”的印象。同时,18.8% 的物理师范生倾向认为实验“为科学发展奠定基础”,其原因除却物理学是“大科学”的印象外,还缘于物理学的高度范式化,促使师范生形成一种线性积累的科学发展观。2.4% 的物理师范生认为实验具有“赋予结论科学性”的功能,这是对物理科学作为一种研究范式内涵的初步理解,十分难能可贵。在“增强理论与实验的联系性”和“探索未知”方面,仅化学与生物师范生有所论及,这或许缘于物理学高度抽象性、研究对象的特殊性、范式的巩固性等因素,使得物理学不用更多考虑与实际问题的联系或范式转换。

相较于物理与化学,生物师范生更倾向认为实验对个人发展所起的作用。有13.6%的生物师范生认为实验能够“加深个体对理论知识的理解”。生命科学起步相对较晚,因此生命科学领域的研究人员可能对于坚守理论的信念更强。直到19世纪中叶,仍有学者坚信“原生说”,即生命由无生命物质甚至是最简单的溶液中从无到有产生,但巴斯德的“曲颈烧瓶”实验,简单、有效地证明了生命不会直接从无机物中产生。由此可见,生命科学领域的研究通常要依靠实验的方式发现、分析、解决问题,从而加深自身对理论知识的理解。除此之外,生物专业师范生有6.8%的人认为实验能够“增强个体的逻辑思维”能力,3.4%的人认为实验能够“开拓视野”“增强解决问题和探究能力”,对这3项内容,物理和化学师范生均未涉及。一方面,相较于物理和化学实验而言,生物实验受到生命体复杂性的影响更大,实验的结果经常与预期不符,实验的过程也更加具有探索性,一些看似“失败”的实验结果通常是全新发现的肇始,这一过程需要个体对实验结果进行深入的分析与反思,进而开创全新的理论以解释预设外现象;另一方面,生物实验与生活经验密切相关,实验材料常常是触手可及的动植物或人体自身,如植物种子萌发过程中物质转化实验,即使用小麦、大豆作为实验材料,也可以比较出发芽前后物质发生的不同变化;再如人体与动物生理学实验中血红蛋白含量的测定及血型鉴定,都与个体有直接关系。因此,生物师范生更加关注实验与个体之间的关系。

调查还表明,3.5%的物理师范生关注到了实验对技术发展的价值,2.4%的物理师范生、1.7%的化学师范生和2.3%的生物师范生提及了实验对社会安全的价值。可见,关注实验对于社会发展价值的师范生极少。通过访谈了解到,极少数大学教师会引导学生思考实验或理论知识对于社会发展的意义与价值,即使是与社会生产和生活息息相关的内容,通常也只在专业选修课中才有所涉及,如师范物理专业的虚拟仪器,师范化学专业的环境化学、食品化学,师范生物专业的生物化学与健康、肿瘤生物学导论等。当今社会上弥漫着一种“谈化色变”的风气,甚至有广告公开提出“我们恨化学”,广大民众对于化学(甚至科学)存有着极大的误解。因此,有必要在师范生培养课程中增加凸显实验对社会价值的内容,设置能够体现实验社会价值的必修课,如食品与药物安全、各类技术的发展等,这是培养师范生形成良好的科学实验观必由之路。

三、基于调查结果的反思与建议

(一)增添科学史或科学哲学的相关内容,增强师范生对科学实验观的了解与反思

调查结果表明,师范生在本科期间参与完成了大量的科学实验,但对科学实验观缺乏基本的了解与反思。师范生需要完成教育和学科专业两大类课程,然而这两类课程都缺乏与科学实验观有关的教学内容。在教育类课程中,建议教师以科学史或科学哲学为基础,突出实验对理论的检验、证明、证伪、预测等功能,引发学生思考实验与个人、实验与社会、实验与科学事业之间的辩证关系。有研究表明,在教学中合理地融入科学史知识,能够促进学生形成良好的科学本质观和科学实验观^[15]。在专业类课程中,特别是涉及实验的专业课程,教师应当协调安排各类实验课程的时间与类型。以师范化学专业为例,与社会发展相关的实验或理论课程基本为选修课,如环境化学、化妆品化学、精细品合成实验等,这些课程的时间明显少于有机化学、无机化学、分析化学、物理化学等必修课程。上述课程设置很容易对学生产生心理暗示,即实验对社会的价值不及实验对理论的价值。因此,在教育类课程中增设科学史或科学哲学内容,协调统筹各类实验课程的内容与类型,是增强师范生对科学实验观的了解与增加反思频率的必由之路。

(二)以探索性和创造性实验取代单一的验证性实验,促进师范生科学实验观的均衡发展

调查结果表明,师范生总体倾向于现代科学实验观,绝大多数师范生倾向科学实验对于检验和

验证理论的价值。实际上,不同专业的师范生在科学实验观上有倾向性差异是非常正常的现象,如果不同专业的绝大部分学生倾向性高度一致,则有可能是师范生培养过程中的实验教学环节存在问题。师范生在本科阶段完成的绝大部分实验属于验证性实验,即在课前预习的过程中师范生已经明确实验的原理、操作、现象及结果等内容,实验过程仅仅是追求预期结果的复现,教师也会以是否获得预期的结果来判定实验是否成功。这种“食谱式”的实验流程在很大程度上限制了师范生的批判意识与创造精神的发展,使师范生科学实验观片面发展。实验是沟通可观察事物(observable)与观念(ideas)的重要桥梁^[16],过分固化实验内容会剥夺个体的思考空间,容易使实验沦为机械的体力活动(hands-on)。因此,在本科阶段应当适当增加探索性实验和创造性实验,鼓励师范生自主设计实验、分析实验结果、完善实验过程,对预设外现象进行大胆的假设与猜想,同时从理论和实验的角度对预设外现象进行深入分析,在实践中体会实验对理论的证实、证伪、预测、修正、拓展等多方面的功能和价值。

(三)开设学科整合型实验,促进师范生科学实验观的全面发展

调查结果表明:物理师范生更加倾向认为实验具有可重复性,化学师范生更加倾向认为实验不完全具有客观性;物理师范生更加倾向实验对科学事业发展所起的作用,生物师范生更加倾向实验对个人发展所起的作用。由此可见,学科特征是影响师范生科学实验观形成与发展的重要因素。实际上,师范生的课程设置均涉及学科交叉内容。例如:生物师范生会学习有机化学、无机化学等课程;物理师范生会学习物理化学课程;化学师范生会学习普通物理、生物化学等课程。但就实验课程而言,师范生仅能够完成本专业的相关实验,极少涉及学科交叉。因此,在本科阶段增设涉及学科交叉的实验内容,开设学科整合型实验,对于培养师范生形成良好的科学本质观至关重要。整合型实验能够拓宽师范生的思维,打通学科间的联系,实现知识的融会贯通。STEM(或 STEAM)教育的兴起预示着学科高度融合时代的到来,跨学科性、体验性、情境性、协作性、设计性等已经成为当今科学的重要特征^[17]。由此可见,改革传统的分科式实验教学,在师范生培养阶段增加学科整合型实验内容是培养未来合格科学教师的必要之举。

综上所述,目前我国师范生科学实验观的发展状况并不乐观。在师范生培养的过程中,大学教师应当关注师范生科学实验观的发展状况,并给予及时的反馈与引导,从而培养师范生形成良好的科学实验观,为培养优秀的科学教师打下坚实的基础。

参考文献:

- [1] BRICKHOUSE N W. Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice[J]. Journal of teacher education, 1990, 41(3): 53-62.
- [2] ABRAHAMS I, SAGLAM M. A study of teachers' views on practical work in secondary schools in england and wales[J]. International Journal of science education, 2010, 32(6): 753-768.
- [3] HATTINGH A, ALDOUS C, ROGAN J. Some factors influencing the quality of practical work in science classrooms[J]. African journal of research in mathematics, science and technology education, 2007, 11(1): 75-90.
- [4] HIRVONEN P E, VIIRI J. Physics student teachers' ideas about the objectives of practical work[J]. Science & Education, 2002, 11(3): 305-316.
- [5] PEKMEZ E S, JOHNSON P, GOTT R. Teachers' understanding of the nature and purpose of practical work[J]. Research in science & technological education, 2005, 23(1): 3-23.
- [6] KIM M, CHIN C. Pre-Service teachers' views on practical work with inquiry orientation in textbook-oriented science classrooms[J]. International journal of environmental & science education, 2011, 6(1):23-37.
- [7] TOPLIS R. Students' views about secondary school science lessons: The role of practical work[J]. Research in science education, 2011, 42(3): 531-549.

- [8] TAYLOR D L, BOOTH S. Secondary physical science teachers' conceptions of science teaching in a context of change[J]. International journal of science education, 2015, 37(8): 1299-1320.
- [9] LEDERMAN N G. Nature of science: Past, present, and future[M]//Abell S K, Lederman N G. Handbook of research on science education. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2007: 831-879.
- [10] 查尔莫斯. 科学究竟是什么? [M]. 鲁旭东, 译. 北京: 商务印书馆, 2013: 46.
- [11] 赵凯华. 对当前物理教学改革的几点看法[J]. 大学物理, 2000(2): 1-5.
- [12] 朱晶. 诺贝尔化学奖得主群体创新方法探析[J]. 科学学研究, 2014, 32(10): 1461-1467, 1487.
- [13] DRIVER R, GUESNE E, TIBERGHIE A. Some features of children's ideas and their implications for teaching[M]//Driver R, Guesne E, Tiberghien A. Children's ideas in science. Maidenhead: Open university press, 1985: 193-201.
- [14] 申丹娜. 大科学与小科学的争论评述[J]. 科学技术与辩证法, 2009, 26(1): 101-107.
- [15] ABD-EL-KHALICK F, LEDERMAN N G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science[J]. Journal of research in science teaching, 2000, 37(10): 1057-1095.
- [16] MILLAR R, ABRAHAMS I. Practical work: making it more effective[M]. School science review, 2009, 91(334): 59-64.
- [17] 余胜泉, 胡翔. STEM 教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究, 2015, 21(4): 13-22.

A Study and Reflection on the Concept of Scientific Experiments of Science Education Majors

ZHANG Xiao¹, DING Bangping², YAO Shu¹, HU Yangyang¹

(1. The College of Education of CNU, Beijing 100037; 2. The College of life science of CNU)

Abstract: The concept of Scientific Experiments contains ideas and knowledge of individuals about scientific experiments. 191 science education majors of junior grade in a normal university in Beijing were researched by questionnaires and phenomenography method. The results showed that education majors were capable of realizing the importance of concept of scientific experiments but lack of basic understanding and reflection. Students majoring in education generally hold the modern concept of scientific experiments. Students majoring in physics education tend to think that experiments are reproducible while students majoring in chemistry education believe that not all the experiments are objective. The majority of education majors tended to think that the scientific experiments are able to test theories. Students majoring in physics education are more inclined to believe that experiments could promote science. Biological education majors pay more attention to their effects on personal development and chemistry education majors reveal no obvious tendency. Based on the findings, this paper rethought the training modes of education majors and gave some suggestions.

Key words: students majoring in science education; concept of scientific experiments; investigation; reflections

责任编辑 邱香华