

首都师范大学秋韵文库



教 学

实验教学论

SHIYAN JIAOXUELUN

【 艾伦 著 】



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

实 验 教 学 论

SHIYAN JIAOXUELUN

【 艾 伦 著 】



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

实验教学论/艾伦著. —北京:首都师范大学出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5656-4400-9

I. ①实… II. ①艾… III. ①教学实验—教学研究—中小学
IV. ①G632. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 094520 号

SHIYAN JIAOXUELUN

实验教学论

艾伦 著

责任编辑 孙琳

首都师范大学出版社出版发行

地 址 北京西三环北路 105 号

邮 编 100048

电 话 68418523(总编室) 68982468(发行部)

网 址 <http://cnupn.cnu.edu.cn>

印 刷 北京九州迅驰传媒文化有限公司

经 销 全国新华书店发行

版 次 2018 年 5 月第 1 版

印 次 2018 年 5 月第 1 次印刷

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 18.5

字 数 333 千

定 价 47.00 元

版权所有 违者必究

如有质量问题 请与出版社联系退换

前言

本书以“实验教学论”命名，是希望通过较为详细的论述将实验教学所涉及的问题都解释清楚。本书所论述内容的范围是基础教育的实验教学，虽然个别章节涉及的问题确实是共性的、无法区别学段的，在高等教育中同样会出现，但是就整个内容考虑，仍然是以普通中小学的实验课程和学生的学习为主。

在此之前，中小学的实验教学一直是课堂教学的辅助部分，是为课堂教学服务的，没有独立的知识体系和认知问题。通常，人们认为实验教学具有三大功能：第一，巩固课堂知识。“听一遍不如做一遍”，学生通过动手实验能够更加理解知识，更好地掌握知识。第二，验证科学理论。“实践出真知”，通过教师演示实验或学生实际操作，根据实验结果证实理论的正确性。第三，探究自然规律。在教师的指导下，学生主动探索客观事物的属性，从中找出规律，形成自己的概念。而此书将实验教学从课堂教学中分离出来，但并非一定在授课形式上将其独立，而是专门思考其意义，重视它在学生能力培养中的特殊作用和地位。

中小学实验一般具有4种形式：演示实验、随堂实验、课外实验和分组实验。其中演示实验主要是在授课课堂上由教师操作演示给学生看的实验；随堂实验是在课堂教学的同时，划分出一定时间，由学生自己操作完成的一些简单实验；课外实验是学生有组织或自行进行的各种体验式的实验活动，包括各种社会实践活动；分组实验则是在学校内，特别是在实验室环境中，在教师的组织下将学生分为若干人组成的实验小组进行的实验。而本书论述的实验教学则立足于学生分组实验教学的问题。

本书的一个突出特点是对中小学实验教学做了重新定位，认为实验教学的能力本位与课堂教学的知识本位是两种教学之间的最大区别，并据此提出了与中小学实验教学相关的3大类共计11种能力，分析了这些能力，也介绍了这些能力的测量方法。

严格地讲，将“实验教学论”称为“实验教学方法论”似乎更恰当一些，因为本书除了少部分内容涉及认识论和历史观外，大部分内容都是中小学实验教学的教學方法和研究方法问题。从学科上区分，“实验教学论”也应该是课

程与教学论的内容,或者说其研究内容应为教材教法问题,而课程与教学论(或教材教法)实际上属于方法论范畴。但是,“实验教学方法论”这个名称过于宏大,因为方法论是一个哲学范畴,它是研究元方法(创造科学方法的方法)的哲学,所以作者仍然坚持使用《实验教学论》这个书名。

本书由8章构成。第1章实验教学知识体系对实验教育的概念与定位进行了讨论,并指出实验教学研究涉及的内容。第2章实验教学学生相关能力分析讨论了构成创新能力的3大类共计11种能力的特点。第3章中小学实验教学法讨论了实验教育的教学设计、教学组织以及一些新技术。第4章实验教学研究办法讨论将实验教育作为研究内容时的一些常见问题。第5章中小学实验教育标准化问题讨论了实验室仪器设备配备标准和实验教育课程标准的定位与制定办法。第6章实验室管理讨论了实验室日常管理与项目管理的内容,还介绍了实验室管理评价体系的制定办法。本章的部分内容参照了作者主编的《教育装备理论与实践》一书的相关内容,其中引用了何智负责编写的仪器设备维修部分与薛鹏负责编写的项目管理部分,在此说明并对两位作者表示感谢。第7章实验教育案例与分析中引用了大量中学教师对实验教育的研究,在此一并致谢。第8章中国实验教育的发展是从历史发展的角度对实验教育进行介绍的。

《实验教学论》中讨论的问题与观点不都是十分成熟的,需要经时间与实践的检验。但是,作者在此提出的问题自认为对新时期教育教学改革具有重要意义,希望读者参与研究和对本书进行指正。

2016年5月于北京

目 录

第1章 实验教学知识体系	1
第1节 实验教学概念的界定	1
第2节 实验教学的功能定位	6
第3节 中小学实验教学研究问题综述	10
第4节 中小学实验教学在教育改革中的作用	15
第2章 实验教学学生相关能力分析	18
第1节 关于知识与能力的讨论	18
第2节 认知能力类能力分析	25
第3节 创造能力类能力分析	31
第4节 操作与社交能力类能力分析	36
第3章 中小学实验教学法	41
第1节 实验教学的教学设计	41
第2节 实验教学的教学组织	51
第3节 探究性与验证性实验教学	56
第4节 实验教学创新技术	61
第4章 实验教学研究方法	65
第1节 测量与评价	65
第2节 问卷设计	71
第3节 数据处理	78
第4节 能力测量	87
第5节 常用教育教学测量工具	93
第5章 中小学实验教学标准化问题	112
第1节 标准化基础知识	112
第2节 中小学实验器材配备标准的编制	124
第3节 教育装备元标准建立的必要性	129
第4节 中小学实验教学课程标准框架	138
第6章 实验室管理	143
第1节 实验室日常管理	143
第2节 实验室项目管理	148

第3节	实验室仪器设备质量管理	159
第4节	实验室仪器设备维修	165
第5节	中小学实验室管理评价指标体系	179
第7章	实验教学案例与分析	186
第1节	教学设计案例分析	186
第2节	实验教学相关能力培养案例分析	198
第3节	实验教学组织案例分析	209
第4节	关于数字化实验的讨论	224
第8章	中国实验教学的发展	241
第1节	中国古代实验仪器的发展	241
第2节	西方实验教学仪器设备的引进	243
第3节	中国近代实验教学理论的建立与发展	253
第4节	新中国成立初期实验教学仪器设备理论建设	258
第5节	实验教学仪器设备的改革发展	267

第1章 实验教学知识体系

所谓的“实验教学”是指基础教育的实验教学，即普通中小学的实验课程教学问题，而非高等教育的实验课程教学和职业教育的实训课程教学。

实验教学论则是要详细论述基础教育实验教学在认识论、方法论、道德论和历史观等各个方面的理论问题，其构成了完整的知识体系。与其他理论研究一样，实验教学论的认识论问题是针对该理论的研究对象与研究目的提出的，即要解决“是什么”与“为什么”的问题；方法论问题是针对该理论的研究内容与研究方法提出的，即要解决“做什么”与“怎么做”的问题；道德论问题是针对该理论的逻辑起点提出的，即要解决“何以这样想”与“何以这样做”的问题；历史观问题是针对该理论的历史起点提出的，即要解决“前人怎样想”与“前人怎样做”的问题。

第1节 实验教学概念的界定

概念是人对事物本质的思维规定，而定义是对概念的语言表达。虽然概念的界定可以简单地理解为就是给概念下定义，但是此处并非要给实验教学下一个确切的、没有争议的、唯一的定义，而是要通过对其本质的讨论使得它的概念更加清晰。

随着教育改革的深入发展，基础教育的教学发生了巨大变化，实验教学的作用与地位在学校教育中逐渐突出出来，人们开始重视实验教学。但是，有关实验教学的一些概念还不是很清晰，本文希望通过对实验教学概念的讨论，将一些相关问题界定清楚，从而对教学的进一步发展开辟道路。

一、实验教学的内涵

《教育大辞典》中对“实验教学”一词的解释是：“实验教学。实践性教学的一种组织形式。学生利用仪器设备，在人为控制条件下，引起实验对象的变化，通过观察、测定和分析，获得知识与发展能力。在基础课和专业课中广泛应用。其目的不仅是验证书本知识，更着重于培养学生正确使用仪器设备，进行测试、调整、分析、综合和设计实验方案、编写实验报告等能力。实验

前,教师需编写实验指导书,并在课前发给学生预习。实验中教师要巡视,加强个别指导。结束后,认真评阅实验报告,作为成绩考核的主要依据。”

从上述解释中可以看出:(1)实验教学是以学生为主的一种实践性的教学活动;(2)实验教学中应有仪器设备构成的实验环境;(3)学生在此活动中要进行观察、测量和分析等工作,同时还要进行实验内容预习、仪器的测试和调整、实验方案的设计、实验报告的撰写等工作;(4)实验教学的目的是使学生获取知识和发展能力;(5)教师在整个活动中要指导学生预习实验内容、操作仪器设备、控制实验过程,还要评阅学生的实验报告并给出相应的成绩。

故中小学实验教学应该具有3个主要元素:(1)教师和学生共同参与;(2)由实验仪器设备构成实验教学环境;(3)教学内容是独立于课堂教学内容的,而教学形式是学生自行操作训练。实验教学必须是教师和学生共同参与的一种实验活动,只有教师参与的实验称为演示实验,而只有学生参与的实验是课外实验或社会实践活动,都不属于我们在这里论述的实验教学范围。实验教学必须是在由实验仪器设备构成的实验教学环境下进行的,这些实验仪器设备是实验教学必不可少的教具和学具,不具备实验仪器设备的教学活动不属于我们所说的实验教学范畴。实验教学内容完全独立于课堂教学内容,这说明它绝对不是课堂教学讲授内容的重复,不是另一种表现形式的教师课堂讲授的内容。而它的教学形式则是以学生参与的动手实际操作为特点,动手动脑是学生在这种教学环境下的主要学习形式。

从《教育大辞典》中对“实验教学”一词的解释可以看出,此处实验教学只是针对理科课程的,如物理、化学、生物、地理、科学等。但是教育部在2009年12月25日颁布的《中小学实验室规程》第一章总则第三条明确指出:“本规程所指实验室包括:中学理科实验室、通用技术实验室、小学科学(自然)实验室、艺术专用教室、历史地理专用教室、实践活动室和开设其他课程需要的专用教室等。”于是,实验教学所涵盖的范围就远大于过去人们对它的认识了,它不仅包含理科课程,还包含技术类课程(信息技术与通用技术),甚至在人文学科和艺术、体育类课程中也有相应的实验室与实验教学。

二、相近概念辨析

1. 实验与试验

实验教学中的“实验”一词容易与“试验”一词混淆,需要对它们进行辨析。《现代汉语规范词典》中对“实验”的释义是:“为了检验某个科学理论或假设而进行某种操作或从事某种活动。”对“试验”的释义是:“为了察看某事的结果或某物的性能而从事某种活动。”

从《现代汉语规范词典》对两词的释义可以看出,实验是检验某个已经存

在的科学理论或提出的科学假设,并通过实践操作来进行检验;而试验是用来找出或发现某事物中可能会有什么现象出现或产生,是为了察看某事物的结果或性能。所以,实验是有目的的行为,而试验的目的性较差;实验前对其结果进行了假设,方法更为科学,而试验对其研究对象是较为盲目的。由于在教学中特别强调科学性,提倡的是科学方法,所以实验教学采用“实验”而未采用“试验”。

2. 实验与实践

《教育大辞典》中没有针对“实践”一词的解释,但是对“实践性教学”做了详细介绍:“相对于理论教学的各种教学活动的总称。包括实验、实习、设计、工程测绘、社会调查等。旨在使学生获得感性知识,掌握技能、技巧,养成理论联系实际的作风和独立工作能力。通常在实验室、实习场所等一定的职业活动情景下进行,作业是按专业或工种的需要设计。教师根据不同作业、不同个体进行分类指导;学生采取学和做相结合的方式。学生独立完成的作业质量是衡量其学习成绩的主要依据。在教学计划中所占时数约为总时数的 $1/2$ 至 $2/3$,也是职业技术教育的主要内容。其效果在很大程度上取决于学校实验、实习等有关设施的完善水平,以及社会对学校实施这种教学所提供的条件和教师自身的实践能力。”

从中可以看出两点:第一,实践比实验使用更加宽泛,实践包括了实验;第二,正是由于实践的应用领域宽泛,所以它更多地被用于人文学科,即“实验”一词多用于自然科学和部分社会科学课程,而“实践”一词多用于人文学科课程。

3. 实验与实训

实验教学在职业技术教育中被赋予了“实训”这个十分有特点的名字。“实训是职业技能实际训练的简称,是指在学校控制状态下,按照人才培养规律与目标,对学生进行职业技术应用能力训练的教学过程。”实训只是针对专业技能的培训,特别强调不断重复的熟练性操作训练,与普通中小学教育中的实验是两个完全不同的概念。

4. 实验与实习

《教育大辞典》中同样没有“实习”一词,而是以“实习教学”代之,它被解释为:“学生在教师组织和指导下,根据职业定向,在校内实习场所或校外有关现场从事模拟或实际的工作,以获得有关的实际知识和技能,养成独立工作能力和职业心理品质。由于培养目标、专业(或工种)性质不同,实习内容和要求、方式和方法多种多样,有教学实习、生产实习、临床实习等。”所以,实习指的是高等教育或职业教育学生在毕业前针对其所学专业的实践性教学活动(如:教学实习针对师范类毕业生,生产实习针对工科类毕业生,临床实

习则针对医科类毕业生),与普通中小学开设的课程中的实验完全不同。

5. 实验教学与教学实验

容易与“实验教学”混淆的另一个词是“教学实验”。教学实验是以教学行为与过程为研究对象的一种科学研究活动,属于实验教育学的范畴。教育学属于社会科学,是模仿自然科学研究问题的方法对教育中的各种现象进行研究,所以也使用了实验的方法。《教育大辞典》中对“实验教育学”的释义为:“用实验、统计、比较的方法研究儿童身心发展和教育的科学。”

教学实验多采用实证的研究方法对教学问题进行研究,人们将实验心理学的研究成果和研究方法运用于教育教学,研究学生的身心发展及教育问题。研究方法常采用对照组研究、控制变量,通过前测、中测、后测采集数据,经假设检验做数据的统计分析,最后得出研究结论。通过实验、统计和比较的方法,使教育学的研究更加丰富和严密。这种研究方法将在第7章实验教学课题研究方法中做详细介绍,届时将以实验教学这种教学形式为主要研究对象,通过实证研究解决该教学形式中的各种问题。

三、中小学实验教学的形式

中小学实验一般有4种形式:演示实验、随堂实验、课外实验、分组实验。其中演示实验主要是在授课课堂上由教师操作演示给学生看的实验,用来启发和引导学生对实验展示的自然现象进行观察和思考,从而达到预定的教学目标;随堂实验是教师在授课的同时,利用几分钟至一节课的时间,采取教师讲授指导、学生操作实验的方式进行的一种教学形式,随堂实验在一些推行“走班制”的学校已经非常广泛地开展起来;课外实验是学生有组织或自行进行的各种体验式的实验活动,包括各种社会实践活动;分组实验则是在学校内,特别是在教室、实验室环境下,在教师的组织下将学生分为若干人组成的实验小组进行的实验。而本书论述的实验教学则是学生分组实验教学的问题。

在分组实验中,学生自由或由教师指派形成协作小组,每组人员从2人到多人不等,一般情况下最多不超过3人,有特殊需要或条件有限时人数也会增加,但以5人为限。实验时每人都有自己的任务,分别负责实验中的一部分工作,例如:操作仪器、调整设备、记录数据等。分组原则有同质分组和异质分组两种,同质分组是将学习程度、能力水平、兴趣性格等特质相同的学生分配在同一个小组中,异质分组则是将特质不同的学生分配在同一个小组中。分组实验多采取异质分组方式,以使学生在实验时能够在特质上形成互补,达到最好的协作效果。

四、教学系统与实验教学

《教育大辞典》中对教学系统的定义为：“师生共同参与，旨在实现教学目标的活动体系。由教学人员（教师和学生）、教学信息（以各种形式编制的软件）、教学材料、设备（各种形式的教学硬件）构成。”南国农先生则从教育传播学的角度出发，罗列了教育传播系统构成要素的二要素说、三要素说、四要素说、五要素说和六要素说，并宣称自己采纳四要素说，即教育传播系统由教育者、教育信息、教育媒体和受教育者构成。黄荣怀教授在论述教学结构时，也定义了教学系统四要素：教师、学生、教学内容、教学媒体。南先生与黄教授的定义是一致的，其中南先生所谓的“教育者”即黄教授所谓的“教师”，“受教育者”即“学生”，“教育信息”就是“教学内容”，而“教育媒体”则对应“教学媒体”。说法不同，只是因为他们的研究对象有所区别，教育和教学所规定的研究范围具有差异。比较而言，《教育大辞典》中的定义可能存在一些不太恰当的地方。其中“教学信息（以各种形式编制的软件）”显然是对信息定义的错误理解，因为“以各种形式编制的软件”是信息的承载物，而非信息本身。如果将该定义中的“教学材料”合并到“设备”中，然后用教育媒体或教学媒体代称，则《教育大辞典》对教学系统的定义就与南先生、黄教授的定义一致了。所以，作者认为对教学系统的构成较为恰当的定义应该是：教师、学生、教学内容、教学媒体4个部分。并进一步认为，如果将教学内容称为知识更好，而知识又包括显性知识和隐性知识（如能力）两部分。分析教学系统四要素说，可认为构成学校教学系统的主要成分为人、物、知识（含能力），称为教学系统三分论。其中，人即教师和学生，是教学系统的主体；知识是教学系统的客体，具有抽象化特点；物则是教育装备或教学媒体，它既非主体也非客体。装备作为工具，是人类感官、肢体、思想的延伸。在教学系统中，教育装备的作用对象是人类（学生）。但由于人具有主动性与能动性，教育装备的作用对象（学生）将不再是系统的客体，而是与装备的使用者（教师）一起构成了系统的主体，系统的客体发生了异化并变得抽象化，教育装备则仍然只是工具，是人工资源。在教学系统中，教师与学生都是主体，而知识则成为客体，知识具有抽象化的特点。

通常情况下，人们将显性知识简称为知识，而将隐性知识中的能力单独拿出来考虑，故学校教学系统中的知识客体分为知识与能力两部分（新课标对三项教学目标的分解也是这样规定的，只是将“能力”称为“技能”），而实验教学是针对能力部分提出的教学形态。实验教学具有特殊的规律，它既可以成为教学系统的一个组成部分，也可以单独构成一种教学形态。中小学教学可以分为两种形态：（1）以教师讲授为主的教学形式，它以学生获取知识为主要

目的,称为知识本位的教学形态;(2)以学生动手操作为主的教学形式,它以学生提高能力为主要目的,称为能力本位的教学形态。根据教育部《中小学实验室规程》第一章第三条的规定,这种能力本位的教学形态正是本文所述的实验教学的教学形态。

通过以上讨论,读者对中小学实验教育的概念应该较为清晰,对实验教育的地位与作用应有一定程度的理解。作者将在后续的讨论中对中小学实验教学做更加深入的分析,不仅要解决实验教学是什么的问题,还要解决为什么、做什么和怎么做的问题。

第2节 实验教育的功能定位

中小学实验教学功能作用的内涵是较为丰富的,从上一节的讨论中就已经能够初步感受到这一点。此外,人们对实验教学功能作用的理解不断变化,不同时期的关注点不同,同时也强调其不同的作用。长期以来,人们普遍认为基础教育的实验教学具有三大功能:巩固课堂知识、验证科学理论、探究自然规律。

本文将要讨论的实验教育功能,其实就是为什么的问题,即为什么在中小学需要设置实验教学课程和重视实验教学。这个问题的提出,对于中小学实验教育的定位十分重要,有可能成为今后指导这方面工作和研究的关键。

一、实验教育的传统定位

实验教育的定位应由实验教育的本质决定,实验教育的本质则在于它的存在价值,而其存在价值是由实验教育的功能来体现的。所以,对实验教学功能的认定就非常重要了。在传统的中小学教学中,一般认为实验教学的功能主要表现在以下三个方面。

1. 巩固知识说

通过学生实验进一步掌握课堂教学中教师讲授的理论知识。对于知识的获取程度,通常认为“听一遍不如做一遍”,学生对相关实验的操作,使其能够更加牢固地掌握课堂知识。中小学的实验教育并不独立于课堂教学,从教材内容安排上看,许多情况是在一个知识点的教学后伴随有一个相关内容的实验,教师会用一定的课堂时间或一整节课的时间组织学生做这个实验。无论是达到教材安排的目的,还是实现教师教学设计的策略,基本上都是为了使学生能够巩固刚刚学习过的课堂教学知识点。

2. 验证理论说

用具体实验验证相关理论公式表达的正确性。这是中小学教学中经常使

用的方法,也称为演绎法(从一般到特殊的方法),即先将知识的研究结论展示给学生,再让学生通过实验验证这个结论的正确性。例如,在物理课讲自由落体运动规律时,往往是课堂上教师先将落体高度(h)与地球重力加速度(g)以及下落时间(t)的关系式($h = \frac{1}{2}gt^2$)告诉学生,再通过实验来验证这个公式。演绎验证理论知识对巩固课堂教学同样是有有效的。

3. 探究原理说

认为理论来源于实践,通过实验发现或归纳出理论。探究性(或探究式、探究型)实验教学(inquiry-based experiment teaching)是指采用科学探究的方法进行的实验教学活动。其特征是学习者在教师的指导下,通过相互协作,自行建立研究目标、自行设计实验过程、自行掌握和发现相应的原理与结论。其目的是使学生建立科学研究思想、掌握科学研究方法、提高科学研究能力。所以,相对于上述的验证性实验教学,依赖探究性实验的教学方法应该属于归纳法(从特殊到一般的方法)。探究性教学的概念早在20世纪50年代就由美国教育家杜威提出,以后颁布的《美国国家科学教育标准》对探究性学习进行了系统的界定和解释。^①在我国,新一轮课改的新课程标准中则进一步提出了探究性实验教学的理念。2009年教育部制定了《中小学实验室规程》,该规程强调了探究性实验教学对培养学生创新能力的重要作用。^②而在2010年2月教育部颁布的《中小学理科实验室装备规范》中,则将科学探究实验室正式列入实验室系列。^③至此,探究性实验教学成为基础教育教学(特别是理科教学)和实验室建设中追求的主要目标。

从上述分析可见,这三种实验教学功能基本上都是以学生掌握知识为目的的,我们称其为知识本位的实验教学。学生在校期间不仅要获取丰富的知识,还要提高各种能力,同时培养崇高的道德。所以,中小学实验教学的功能有必要进一步发展和扩充,跳出知识本位的束缚,在人才培养上起到更加重要的作用。

二、实验教学的重新定位

中小学实验教学的重新定位并不是对上述实验教学传统功能的否定,而恰恰是在巩固和发展了上述传统功能的基础上提出的更高要求。实验教学必须考虑学生能力培养的问题。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个

① National Research Council. *The National Science Education Standards*, Washington DC: National Academy Press, 1996.

② 中华人民共和国教育部:《中小学实验室规程》,2009年。

③ 中华人民共和国教育部:《中小学理科实验室装备规范》,2010年。

《五年规划纲要》第二十八章关于加快教育改革发展方面，对教育提出了“育人为本”和“德育为先、能力为重”的要求。“育人为本”要求我们的教育必须以培养人才为主要目的，“德育为先”要求培养的人才必须能够全心全意为祖国和人民服务，而“能力为重”其实是对学生除了应试能力以外的其他各方面能力的培养提出了更高要求。在目前仍然存在高考制度的现实情况下，一个学生的应试能力不强则不是一个好学生，一个不能培养出应试能力强的学生的学校也不是一所好学校。但是，如果培养出的人只具有应试能力而其他方面的能力都很弱，我们的育人工作就失去了正确的目标。素质教育与应试教育并不矛盾，提倡素质教育反对的是“唯应试教育”，在学生的多元能力目标中包括应试能力。但是，在校教育在培养学生的应试能力方面具有最丰富的经验，其他方面能力的培养则存在大量问题，如：多元能力都包括哪些能力？为什么需要这些方面的能力？怎样培养这些能力？……“能力为重”是根据我国现代教育的国情提出的应对措施，在具体实施时必须首先将概念厘清。

从我国的学生现状和人才需求来看，最需要培养的能力应该是创新能力。但是我们必须清晰地认识到，创新能力是一种复合型能力，它是由许多简单能力综合而成的。如：人们经常说的机动车驾驶能力也是一种复合型能力，它是由车辆机械操作能力、路况观察能力、路人行为判断能力、交通规则记忆与应用能力等简单能力综合而成的。创新能力既然是一种复合型能力，则对学生创新能力的培养往往不是通过某一项活动就可以达成的。所以，对创新能力进行分解，并针对分解后的各种简单能力设计相应的教学活动，才是科学的态度、科学的方法。

处于基础教育阶段的学生是以参加学校教育教学活动为主的，学生的知识获得与能力培养基本都是在这些活动中实现的。学校的教育教学活动主要有以下几种方式：(1)以教师讲授为主要形式的课堂教学，这是以学生获取知识为主要目的的教学方式。(2)以学生亲自参与活动为主的教学，这是以培养学生能力为主要目的的教学方式。如：音乐课(演唱能力等)、美术课(绘画能力等)、体育课(体能)、技术类课程(动手能力等)以及其他各种类型的实验课。(3)有组织的课余活动。如：兴趣小组、参观活动、社会实践等。其中，各种类型的实验课由教育部颁布的《中小学实验室规程》规定：“本规程所指实验室包括：中学理科实验室、通用技术实验室、小学科学(自然)实验室、艺术专用教室、历史地理专用教室、实践活动室和开设其他课程需要的专用教室等。”因此，实验教学的概念比以前宽泛得多，而实验教学的功能则从传统的知识本位定位开始转向能力本位定位，即以培养学生多元能力为主要教学目标。

三、实验教学涉及的能力

前文论述了中小学实验教学的功能应该定位在学生能力培养方面,而能力又分为复合型能力与简单型能力,为使通过实验教学提高学生的能力具有可操作性,与实验教学相关的能力必须是简单型能力。将复合型能力分解为简单型能力是十分重要的工作,而能力分解涉及能力分类问题。对于能力分类,根据研究对象与目的的不同,存在诸多完全不同的描述方法。一般在教育心理学范围内,将人的能力分为两大类,即能力倾向和技能,并且认为能力倾向是人先天具有的,而技能则是后天培养的。在韩永昌主编的《心理学》一书中,作者将能力按照三种方式进行分类:(1)一般能力与特殊能力;(2)再造能力与创造能力;(3)认识能力、操作能力与社交能力。^①美国教育心理学家霍华德·加德纳针对儿童教育,提出了著名的多元智能理论,他将儿童的智能分为8个方面:语言智能、数学逻辑智能、空间智能、身体动觉智能、音乐智能、人际智能、自我认知智能、自然认知智能。这些分类都是希望将复杂的能力简单化,使其更容易描述,更容易测量,更容易控制。

学生创新能力的培养是教育教学改革的终极目标,但如前文所述,创新能力属于复合型能力,只有将创新能力分解为简单型能力逐项培养,这个终极目标才可能达成。在实验教学中能够涉及的与创新能力相关的简单型能力可以分为11种,分别为:观察能力、分析能力、综合能力、逻辑思维能力、设计能力、知识迁移能力、方法创造能力、思想实验能力、动手能力、独立完成的能力、协作完成的能力。这11种能力还可以分为三大类,分别为:认知能力类、创造能力类、操作与社交能力类。它们之间又可以建立以下关系:(1)认知能力类,包括观察能力、分析能力、综合能力、逻辑思维能力4种。(2)创造能力类,包括设计能力、知识迁移能力、方法创造能力、思想实验能力4种。(3)操作与社交能力类,包括动手能力、独立完成的能力、协作完成的能力3种。在今后的讨论中,我们将会对每一种能力的意义、特点、关系等问题进行详细的分析。

这里需要强调的是,并非通过一门实验课程甚至一节实验课就能够解决所有的能力问题。往往是一门课程相关的实验课的教学仅仅针对一种能力,如:一些化学实验中更加关注学生的分析能力,大部分生物课实验都关注学生的观察能力,信息技术课程上机实验关注学生的综合能力培养,通用技术实验教学更关注学生的设计能力,而几乎所有课程的实验课都强调学生在动手能力方面的培养。另外,各种能力的提高又是与实践经验高度相关的,所

^① 韩永昌:《心理学》,上海:华东师范大学出版社,1993年,第235页。

以设想通过一两个实验就能解决学生能力问题是非常不实际的。设计并组织好每一个实验课程,充分利用实验课程的教学环境,是学生各种能力得到提高的有力保障。

四、为什么需要研究实验教学

前文我们讨论了在校教育为什么需要实验教学的问题,在这里进一步说明为什么需要研究实验教学。对于中小学教师来说,重新定位于能力培养的实验教学是一个新课题。人们已经十分熟悉如何做知识本位课堂教学的教学设计,但是对能力本位的实验教学的教学设计还非常生疏。另外,影响学生各种能力的主要因素有哪些?为了提高学生某种能力我们需要控制哪些教学变量?对于学生能力是否提高我们应该如何评价?……这一系列问题都是需要认真对待和仔细研究的。没有这些研究成果做保障,通过实验教学解决学生能力问题就只是空谈而已。

关于中小学实验教学概念的讨论我们解决了实验教学是什么的问题,本节则通过对实验教学功能的讨论解决了为什么需要实验教学和为什么需要研究实验教学的问题。今后,我们将进一步讨论中小学实验教学课程需要做什么和怎么做的问题,而这些问题不是一两篇文章就能够论述清楚的,它们构成了一个较为庞大的知识体系,在后续的讨论中我们会给出详细而确切的分析结果。

第3节 中小学实验教学研究问题综述

对于一个研究领域或者一个学科来说,它的理论体系的建立主要表现在四个方面:(1)属于认识论范畴的描述性理论,需解决是什么与为什么的问题;(2)属于方法论范畴的操作性理论,需解决做什么与怎么做的问题;(3)属于道德论范畴的解释性理论,需解决何以这样想与何以这样做的问题;(4)属于历史观的史实性理论,需解决前人怎样想与前人怎样做的问题。

一、实验室建设与管理

实验室建设与管理是实验教学的物质基础,从教学系统三分论的角度看,它们构成了教学环境与工具(是教育装备系统最关注的研究领域)。在这里将主要介绍中小学实验室建设的标准化与管理的科学化问题。

1. 实验室的标准化建设

中小学实验室的建设是要根据各种标准实施的,这些标准主要分为三类:

(1)实验室建筑、环境、设施标准。此类标准一般为国家标准(由住房和