

文章编号:1005-4642(2023)09-0055-05



基础教育

“实验”内涵的演变及其教育启示

陈 雪, 于 冰

(东北师范大学 物理学院, 吉林 长春 130024)

摘 要:实验在物理教学中一直备受重视。在不同的语境之下,“实验”一词有着不同的含义。采用定量研究的方法,对中学物理课程标准中“实验”一词的含义进行了深入分析。结果表明:“实验”可以被理解为“实验室活动、实践活动”“教学法”“课程内容”“科学探究”等多种含义,并且在不同时期对“实验”的理解和使用呈现出不同的特点。在物理教育中,深入了解“实验”的多重意蕴,有利于全面发挥物理实验的教育价值,有效提升学生的核心素养。

关键词:物理实验;课程标准;含义

中图分类号:G633.7

文献标识码:B

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2023.09.009

物理学是以实验为基础的自然科学,物理实验在物理教学中具有不可替代的作用,但是“实验”一词在物理教学中的含义却存在多种理解,人们对“实验”的认识也是仁者见仁、智者见智。因此,明确“实验”的多样化含义有助于物理教师更深刻地认识和把握物理实验及其教学。

物理课程标准(教学大纲)是物理教材编写、教学和评价的重要遵循依据。实验的功能、要求以及达到的效果在物理课程标准中均有体现。为此,分析物理课程标准中“实验”的含义十分必要。接下来,本研究在梳理“实验”一词多种含义的基础上,以中学物理课程标准文本为分析对象,深入分析“实验”究竟意味着什么,对物理教育教学有哪些启发。

1 “实验”的多种含义

通过梳理分析相关材料^[1-6],大体来看,“实验”有如下 4 种理解。

1.1 作为“实验室活动、实践活动”的理解

在词典中,“实验”被解释为“设计来检验一个理论或证实一种假设而进行的一系列操作或活动”。在文献中,“实践工作”“实验室工作”和“实

验”这 3 个术语也经常互换使用,通常指的是学生从事涉及科学设备或仪器的各种实践活动或调查的经历。

在 19 世纪中叶以前,科学实验成为了一种社会实践活动,很多科学家如胡克(Robert Hooke)、波义耳(Robert Boyle)等都建立了实验室以进行科学实验活动。到了 19 世纪下半叶,由于科学发展本身的需要,科学家们的实验活动需要共同协作才能完成^[1]。哈金(Hacking)在论述中提到,大多数的实验室活动都可以合理地归类为“实验”,因为它们涉及对自然世界进行有计划地干预,以及随后对其反应的观察^[2]。

罗宾·米勒(Robin Millar)认为学校的实验工作是教师与学生之间良好互动从而获取新知识的途径。学校的学生、科学教师和科学教育工作者经常用“实验”来表示他们在科学课上进行的实践活动^[3]。这里的“实验室工作”放在学校中使用,即可称其为“实验室活动”。

1.2 作为“教学法”的理解

教育家陶行知指出,注入式的教学法是以教师的教、书本的教为中心的“教授法”,这种方法不能顾及学生的学和社会生活的需要,所以应将“教

收稿日期:2022-10-08;修改日期:2023-06-20

基金项目:东北师范大学课程思政示范课程培育项目(No. 131007514)

作者简介:陈 雪(1997—),女,吉林桦甸人,东北师范大学物理学院 2020 级硕士研究生。研究方向为物理教育。E-mail:970617909@qq.com

通信作者:于 冰(1987—),男,吉林长春人,东北师范大学物理学院副教授,博士,主要研究方向为物理教育、教师教育。E-mail:yub936@nenu.edu.cn

授法”变更为“教学法”. 实验在物理教学中是一种重要的教学方法,教师引导学生通过观察实验、分析推理等来学习科学内容.

施瓦布(J. J. Schwab)建议教师在向学生介绍物理概念与原理之前,可以先借助实验引导进行教学^[4]. 这样不仅能够活跃课堂气氛,还能提高学生对物理学习的兴趣,对于教师自身教学水平与实验能力的提升也有帮助.

在中学物理教学中,作为“教学法”的“实验”主要包括演示实验、学生实验等.

1.3 作为“课程内容”的理解

德里克·霍德森(Derek Hodson)提出了关于实验在科学课程中的2个作用:a.作为课程内容的的作用;b.作为教学方法的作用. 从他的观点中可以看出,“实验”可以作为“课程内容”出现,这里的“课程内容”不仅包括学科知识,还包括技能、态度、价值观等要素^[5].

在物理教学中,“实验”不仅包含物理学发展过程中的关键实验,还包括教学中大量的自制实验,这些实验均可以用来有效补充学生的直观经验和培养学生的实验能力^[6],所以这些实验均可作为“课程内容”出现.

1.4 作为“科学探究”的理解

从20世纪60年代末的美国和70年代的英国开始,科学课程开始突出科学探究,在强调科学知识获得过程的同时,“实验”可作为科学探究过程的要素之一^[7].

施瓦布(J. J. Schwab)提倡把实验室当成探究的场所,让实验室引导科学课堂教学,而不是科学课堂教学来指导实验^[4]. 通过实验,让学生体验科学知识产生的过程,理解伴随科学探究过程的焦虑与失望,体会通过探究产生新知识的奥妙,培养学生对科学的兴趣,而不是让学生到实验室验证课堂上所讲的科学内容,或照着实验手册机械性操作. 因此,“实验”也可以被理解为“科学探究”的过程,作为学习科学知识的重要方式.

2 中学物理课程标准中“实验”含义分析

2.1 分析目的

通过对中学物理课程标准中“实验”一词含义的归类与分析,可以了解在不同时代背景下,“实验”究竟意味着什么,扮演着怎样的角色,又有着哪些不同的功能定位. 教师可根据分析加深对中

学物理课程标准中“实验”的理解,以便更好地按照课标的要求进行实验教学,从而进一步落实好物理核心素养的培养.

2.2 分析对象

本研究选取1952年以来我国颁布的、具有代表性的7份中学物理课程标准(教学大纲)作为分析对象(见表1). 其中,在1952—1999年期间,教育部所颁布的文件多称为教学大纲,2000年之后“教学大纲”被改为“课程标准”. 为了研究方便,将这些文本统一表述为“课标”.

表1 选定分析的中学物理课标

版本时间	文件名称
1952年	《中学物理教学大纲(草案)》
1956年	《中学物理教学大纲(修订草案)》
1963年	《全日制中学物理教学大纲(草案)》
1978年	《全日制十年制学校中学物理教学大纲(试行草案)》
1996年	《全日制普通高级中学物理教学大纲》
2003年	《普通高中物理课程标准(实验)》
2020年	《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》

2.3 分析方法

为了更好地分析70年来我国中学物理课标中“实验”一词的含义,首先制定了分析“实验”含义的标准,并以此为依据对课标中“实验”一词进行含义分类. 分析标准如下:

1)关注“实验”的本义,即离开语言环境独立存在时的意思,词典中将“科学上为了要阐明某种现象或验证某种理论,用人为的方法,加以反复试验,并观察其变化”称为“实验”.

2)关注“实验”在词语中的意思,文件中出现过实验技能、实验工具等这类词语,需要反复品味其中的含义.

3)关注“实验”在句子中的含义,通过确定“实验”的词性及句子的整体意思判断“实验”的含义.

4)联系上下文,体会“实验”在具体语境中的含义.

通过认真分析可知,在物理课标中,“实验”一词具有4种不同的含义. 表2列出了课标中4种不同“实验”含义各自对应的课标举例. 研究采用定量分析的方法对“实验”的含义分布进行了占比统计.

表 2 中学物理课标中实验含义分类及举例

含义分类	课标中举例
实验室活动、 实践活动	应通过实验提高学生制订计划的能力, 尽可能让学生自己动手多做实验.
教学法	教师进行演示实验,加强实验教学.
课程内容	库仑扭秤实验、自由落体实验
科学探究	关注学生的观察和实验的能力、提出问 题的能力、做出猜想和假设的能力、收 集信息和处理信息的能力等.

2.4 结果分析

根据上述制定的分析标准,对 7 份中学物理课标中的“实验”一词进行分类统计,如图 1 所示.从图 1 可以看出,不同年份课标中的“实验”含义占比各有不同:

- 1)“课程内容”含义在各个版本课标中的占比均最多;
- 2)“科学探究”含义首次在 1978 年的课标中出现;
- 3)“教学法”和“实验室活动、实践活动”的占比较为平稳.

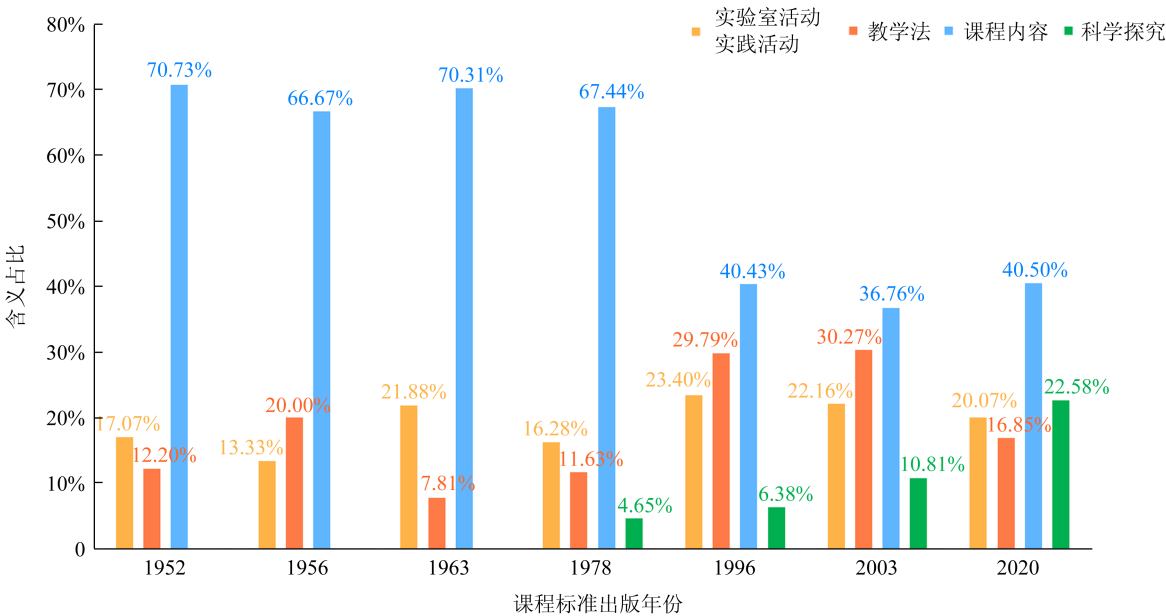


图 1 不同年份课程标准实验一词的含义分布

1952 年的《中学物理教学大纲(草案)》是新中国成立之后颁布的第一个物理教学大纲,大纲中写到:“物理是一门以实验为基础的科学,学生的实验和教师的演示在物理教学中占据极其重要的地位,教师的讲解必须配合必要的演示”.可以看出,当时人们对物理实验教学十分重视.但是当时制定的教学大纲内容主要以学习苏联的经验为主,没有建立起符合我国国情的教学体系,大纲中的“实验”更多被理解为“课程内容”,对于“实验”的其他含义在这个时期体现的较少.

1956 年的《中学物理教学大纲(修订草案)》是新中国第一个参考苏联经验并结合我国实际情况的课标.在该课标中,“实验”的“教学法”含义占比有所增加.课标中列出了 131 个中学教师演

示实验,19 个学生分组实验,并明确提出了实验技能的具体目标,对教师的演示实验以及学生的分组实验都有一定的要求.可以看出,当时我国教学方法主要以传统的讲授法为主,更加侧重于教师的演示教学,而不是学生科学探究的方式.教师掌握好演示实验的步骤及要求,将其作为教学方法应用到教学中,可以让学生更直观地学习物理知识.

1963 年的《全日制中学物理教学大纲(草案)》总结了新中国成立之后物理教学的经验和教训,为引导中学物理教学改革走向正轨起到了重要作用.在此课标中,“实验”被理解为“课程内容”和“实验室活动、实践活动”的占比较大.1961 年,教育部着手制定新的教学大纲,人们总结之前

的经验教训、适应时代的发展,强调物理学在农业生产和科学技术方面的重大作用,所以在 1963 年的教学大纲中更加注重学生的动手能力,增加了学生实验活动次数,提高了学生实验要求,以培养学生的实验技能。因此,这时“实验”的“课程内容”和“实验室活动、实践活动”含义较为凸显,但没有提到对科学探究的要求。

1978 年的《全日制十年制学校中学物理教学大纲(试行草案)》对进一步提高物理教学质量起到了重要作用。这份课标中“实验”被理解为“课程内容”占比较大,“科学探究”这一含义的占比有所增加。此后,科学探究教学越来越受到人们重视。通过演示实验和学生实验,既能使学生深刻理解物理概念和规律,又能让学生掌握一定的实验技能。

1996 年的《全日制普通高级中学物理教学大纲》为适应各种办学模式和不同学生的需要,提出了观察和实验 2 种物理课的教学内容和要求,强调培养学生的观察、实验、推理和判断等思维能力以及科学的语言表达能力,所以这个时期“实验”的“科学探究”含义占比相较于 1978 年的课标有所增加。除此之外,随着符合我国国情的教学大纲和教学方法的逐步建立,实验教学得到了强化,实验设施得到了完善,形成了由教师演示实验、学生分组实验、边学边实验、课外小实验和实验习题等组成的一系列实验教学体系,因此“实验”的“教学法”含义占比有所增加。

进入 21 世纪,《普通高中物理课程标准(实验)》的颁布标志着我国高中阶段的课程改革已从启动进入快车道。2003 版课标中提到“物理课程应促进学生自主学习物理知识与技能,培养其科学探究能力,使其逐步形成科学态度与科学精神”,这就是我们所理解的,实验过程不仅是学习课程内容的过程,还是探究物理方法、培养物理思维的过程。所以在这个时期,“实验”被理解为“科学探究”的含义占比增加,相比于 1996 年增长了 4.43%,这说明国家对教育课程的调整与社会发展水平、需求等相辅相成。

2020 版课标是在 2017 版基础上进行的修订。通过对 2020 版课标中的“实验”含义进行分析,可以发现“实验”的“科学探究”含义是物理学科核心素养中科学探究的重要体现。

从 1978 年起,“实验”被理解为“科学探究”所

占比例逐年增加,在 2020 版课标中占比达到 22.58%。课标强调物理实验和科学实践,注重物理与社会和技术的联系。为了加强对学生物理学科核心素养的培养,课标强化了物理实验相关内容,这使得“实验”的“课程内容”含义占比最多。在必修和选择性必修课程当中规定了 21 个学生必做实验,既包含常规的验证实验和测量实验,也开拓了具有一定开放程度的探究实验和制作实验,旨在通过实验设计问题情境,促使学生建构物理概念。

整体来看,“实验”具有“实验室活动、实践活动”“教学法”“课程内容”“科学探究”4 种含义。“实验”作为“课程内容”含义的占比一直保持最多且浮动不大;作为“教学法”的含义在 1956 年,1996 年和 2003 年的课标中占比较多;作为“实验室活动、实践活动”的含义几乎无变化;作为“科学探究”的含义在 1978 年出现且占比逐渐增多。由此反映出随着时代的变化,实验的重要性越来越突出,在课标中实验的内容逐渐增多,要求不断提高,被赋予的含义也越来越丰富。近些年来,作为“科学探究”的实验愈加受到关注,如何通过实验教学有效提高学生的科学素养需要进一步研究。

3 讨论与启示

3.1 格外重视物理实验对核心素养培育的作用

从对物理课标的分析来看,“实验”一词具有多种含义,“实验”这个概念具有丰富的内涵。基于历史的角度,不同“实验”含义出现、变化的特点与当时的时代背景和教育发展阶段息息相关,反映了不同情境下人们对物理实验的理解和定位。进入 21 世纪以来,基础教育课程改革进入快车道,人们发现实验本身就是一种科学探究方式,是核心素养培育的重要载体,也是提升学生科学素养的重要途径。近年来,教育部颁布了最新版的物理课程标准,都反映了对物理实验的高度关注。因此,要格外重视物理实验对学生核心素养发展的独特性和重要性,将物理实验作为核心素养落地、落实的重要途径。

3.2 深入挖掘物理实验的全方位教育功能

物理课标的不断更新反映出物理教育观念的不断变化,物理教师需要进一步理解“实验”的真正含义,把握好物理课标中关于“实验”的要求和指向。因此,我们应该继续深挖课标中“实验”的

功能与价值,对“实验”的本质内涵进行系统研究,对实验背后的科学思想、方法和精神等追根溯源,并积极体现在教学中。另外,我们需要重新审视实验在物理教学中的地位和作用,从知识观念、思维方法、科学精神等角度思考“科学教育、实验何为”,从内容、方式方法、手段途径等方面考虑“实验教学,教师何为”。在日常的物理教育教学中,开发多种形式的实验资源,合理设计实验教学内容,创新实验教学方式,将理论与实验深度融合,真正实现“实验”的全方位教育功能。

3.2 以学生为中心,着力加强科学探究能力培养

前面的分析已经谈到,实验本身就有探究的含义,科学探究也经常以实验为基础。毋庸置疑,物理实验教学是培养学生科学探究能力重要途径。在物理教学中,应当多结合实验来让学生体验科学探究的过程,在知识的理解、发现与应用中让学生养成良好的科学态度、掌握多种科学方法,逐步形成终身学习的能力。这些做法和近年来国内外积极倡导的基于问题、任务导向的教学一致。在日常教育教学中,要着眼于学生未来的发展,保证好物理实验的学时。物理课程标准中要求的实验,应做尽做,能做尽做,彻底改变“单纯讲实验”的教学现状。在实验教学过程中,要以学生为中心,引导学生基于实验现象提出问题、形成猜想和

假设、设计实验方案、获取和分析处理信息、基于证据得出结论,进行交流、评估与反思,真正地提高学生的科学探究能力。

参考文献:

- [1] 林定夷. 科学实验的历史发展及其方法论思想之演化[J]. 学术研究, 1986(2): 26-31.
- [2] Hacking I. Representing and intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1983: 149-166.
- [3] Millar R. Towards a role for experiment in the science teaching laboratory [J]. Studies in Science Education, 1987, 14(1): 109-118.
- [4] Schwab J J. Inquiry, the science teacher, and the educator [J]. School Review, 1960, 68(2): 176-195.
- [5] Hodson D. Experiments in science and science teaching [J]. Educational Philosophy and Theory, 1988, 20(2): 53-66.
- [6] 朱琴. “物理实验”一词的不同含义的探析[J]. 中国现代教育装备, 2019(20): 47-49.
- [7] Osborne J. Practical work in science: Misunderstood and badly used? [J]. School Science Review, 2015, 96(357): 16-24.

Connotation evolution of experiment and its educational enlightenment

CHEN Xue, YU Bing

(School of Physics, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: Physics teaching has always been attaching great importance to experiment. In different contexts, the word experiment has different meanings. This paper mainly adopted the method of quantitative research to analyze deeply the meaning of experiment in Chinese middle school physics curriculum standard. The results showed that experiment could be understood as laboratory activities, practical activities, teaching method, curriculum content, scientific inquiry, where understanding and using experiment in different periods has shown different characteristics. In physics education, a deeper understanding of the multiple meanings of experiment was conducive to giving full play to the educational value of physics experiments and enhancing the core literacy of students.

Key words: physics experiment; curriculum standards; meaning

[编辑:龙玉梅]