

科学素养的维度研究对我国科学教育三维目标的启示

王学男 叶宝生

(首都师范大学初等教育学院, 北京 100048)

摘 要

科学素养的维度一直是国内外学术界争论和研究的问题,也与科学教育的三维目标有着紧密的联系.本文通过对国内外科学素养维度问题研究成果的梳理和分析,并辅以模型说明,为我国科学教育目标三个维度之间的关系研究带来启示.

关键词:科学素养,维度,三维目标,启示.

中图分类号:G 40

随着国际科学教育三次改革浪潮的推进,科学素养已是当前科学教育改革中“普及科学”(Science for All)和提高科学教育质量的基石.在我国,也把培养和提高科学素养作为科学教育的主要目标.国内外学者关于科学素养的研究工作不断深入,使得相关研究取得了较大进展.其中,米勒的三维模型被广泛认可,在实证及比较研究的过程中既有收获,也不断发现问题.这些研究结果及测量过程和方法为我国科学教育的“三维”目标带来了巨大的启发,尤其对于三维目标之间相互关系的研究提供了有益的参考,也为更深入地研究奠定了坚实的基础.

1 国内外对科学素养的研究

自 1952 年柯南特(Conant)首次在《科学中的普通教育》中正式使用“科学素养”一词至今,科学素养这个概念经历了从“口号”到“目标”的转变,内涵也不断丰富.笔者将近 60 年间的研究成果大致分为三类:最普遍的一种是以米勒为代表的科学素养三维模型,三个维度为(1)科学术语与概念的词汇量;(2)对科学过程的理解;(3)了解科学技术对个人和社会影响.佩勒(Pella)、索尔特(Showalter)、美国科学促进会(AAAS)、美国国家研究院(NRC)、美国国家科学教师协会(NSTA)、世界经合组织开发的国际学生测评项目(OECD/PISA)等归纳出的科学素

养的多个维度均有共同点,比较分析后也可概括为三个维度(见表 1).另两大类的研究主要是从不同侧面、不同角度切入.第二种是以谢姆斯(Shamos)、拜比(Bybee)、辛普森(Simpson)和安德森(Anderson)等为代表的科学素养的连续性问题,即纵向研究,是将科学素养视为由低级到高级的、由不成熟到成熟逐步发展的,而且这种连续性不仅体现在科学素养的整体上,还体现在每一个维度上.第三种是以申(Shen)、布兰斯科姆(Branscomb)等为代表的科学素养的功能和背景问题,即横向研究,此种观点认为人们在不同的环境中会有不同的科学素养的需求、功用.申提出了实际的、市民的和文化的科学素养.而布兰斯科姆把科学素养分成 8 种类别:方法论科学素养;专业科学素养;普遍科学素养;技术科学素养;科学爱好者或业余爱好者的科学素养;新闻工作者的科学素养;科学政策素养;公共科学政策素养.这种划分有利于对不同社会角色的个人和团体应具备怎样的科学素养提供判断和培养的标准.

我国自 1990 年引进米勒的公众科学素养测评指标与方法至 2005 年,共进行了 6 次正规测评并与国际数据进行比较,引起了相关部门的重视和思考.诸多学者也针对科学素养理论的发展进行了细致的梳理工作,并尝试对科学素养的内容进行详尽的介绍.但目前的调研工作处于参考、引用国外资料的阶段,尚未深入研究,相关测试题目的本土化改进也值得商榷,没有真正做到适合国情,使得我国科学素养

收稿日期:2010-06-06

的测评存在一些困难,数据也难以令人信服。

2 科学素养研究存在的问题

随着科学素养研究的深入,其测评结果不断受到国内外学者的质疑。首先,科学素养的内涵、维度不断增加,研究角度不断丰富,使得此概念随之泛化、模糊,甚至出现了“内容盲目扩充”的态势。其次,科学过程技能、情感态度价值观测量的信度和效度没有充分保证,使结果令人质疑。在不同国家采用米勒模型时,均对维度进行了适当的修改或删减,有的国家甚至仅用二维模型。再者,科学素养是一个多

维度的系统性概念,所以每个维度之间不是简单的加和,而是有机的组合,每个维度之间的数量、逻辑关系应如何设置至今也没有明确的说法,并且某个单一维度的测量并不能代表科学素养的水平。

科学素养作为我国科学教育目标的核心词汇,作为三维目标的概括体现和教学的依据与追求,在理论研究和学校教育的教学、测评中同样存在上述问题。故对科学素养的研究成果及产生的问题进行深入的思考和研究有益于我国科学教育三维目标的落实。

表1 科学素养概念维度比较

定义概念的主体	概念内涵		
	第一个维度	第二个维度	第三个维度
米勒	科学知识	科学方法	科学意识
OECD/PISA	科学概念和内容	科学方法或技能	科学语境
NSTA	科技知识	科技的过程和技能	对待科技的态度、价值观
AAAS	科学概念和原理	科学方法和技能	科学本质
美国国家科学教育标准	科学知识	科学技能	科学意识
中国科学课程标准	科学知识	科学探究	情感、态度与价值观
《全民科学素质行动计划纲要》	科学知识	科学能力	科学意识

3 对我国科学教育三维目标的启发

科学素养与科学课程目标之间具有不可分割的联系。我国《科学课程标准》(3~9年级)均把科学素养分解为“科学探究,科学情感、态度、价值观与科学知识”三个分目标,即教学目标中的三个维度。有些定义概念的主体表述时把某一维度细化为若干个分项,或者在用词上有所出入,但表达意思的本质是相同的。通过表1比较发现,在三个维度的认识上,国内外已基本达成共识。

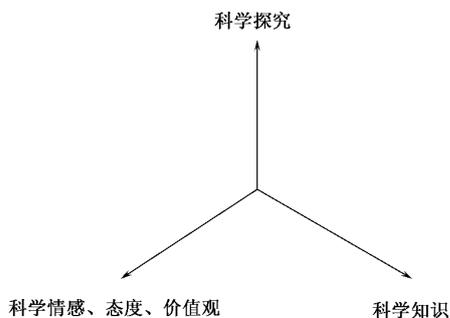


图1 科学素养的三维坐标模型

在科学素养理论不断发展的过程中,也给三维目标的研究带来了启示。科学素养的内涵会因时代、社会文化背景等差异而各有侧重,也会因“科学”的

发展而不断扩充,但其核心内容是基本一致的,否则概念的内涵过于宽泛模糊,使人无从把握。罗伯兹(Roberts)认为科学素养包含传统的科学内容和与学科相关的个人、社会及文化意义,并且后者是“伴随”前者的,称为“伴随含义”(companion meanings)。根据拉卡托斯的科学哲学观点分析,科学素养的三个维度如同科学的“硬核”部分,而不同国家、主体,不同时期对科学素养的各种理解或“伴随含义”即为“保护带”部分,“保护带”的可变性并不影响“内核”,也就是说并不会影响科学素养的核心内容,科学素养的三个维度即是“内核”部分,这也正是研究者和教师需要把握住的。

然而,三个维度之间是何种关系,至今都没有明确的定论与说明,这也是在近十年来的测试过程中主要的问题,由此引发的思考给我国科学教育的三维目标带来了一定的启发。

3.1 从系统论的角度研究

三维目标的提出是对科学素养的分解,以便教师在教学和测评中更好地把握和落实,但同时三维目标之间的关系也给教师带来了新的困惑。新课改以“三维目标”代替“双基”为创新点,并再三强调情感、态度、价值观这一维度,以至于出现“只重视过程和科学态度、忽略结论和科学知识”的极端情况,

盲目的将情感态度价值观目标搬到每节课的教学目标中.出现这些情况的原因,根源在于三维目标认识的模糊性及其之间关系的不确定性.

从系统论的角度出发,三个维度的教学目标共同构成了科学素养的内涵,科学素养不仅是一个概念,同时也是一个体系.根据系统论的观点可知,系统论强调整体性,则三个维度是科学素养的有机组成部分,构成一个有机的整体,而不是简单的加和、分解关系;另外系统的整体功能大于部分功能或部分功能的机械加和.系统论强调整体与局部、局部与局部、系统本身与外部环境之间互为依存、相互影响和制约的关系,保持动态稳定的状态.在科学教育目标中,某一个维度的目标都不能代表科学素养,过分强调某个维度的目标都会使三维目标的内涵有所偏颇,而以往只强调科学知识的记忆、目前过分忽略科学知识的习得都只以突出一个维度来代表科学素养,需要矫枉过正.无论在教学还是测试中,只针对知识维度或某一维度的设计,都不能全面的反应科学素养的内涵和水平,也未能真正达到教学目标.只有当三个维度的目标共同达到时,才是真正的实现总目标.在进行科学教育目标的研究及实施过程中,需要以一种科学的、平衡的态度去对待.

三个维度共同构成一个系统和整体,具有系统的复杂性,并不是简单的罗列,而是存在一定的逻辑关系.从心理学角度出发也给我们提供了很多理论和实证的支撑.笔者用模型辅助说明三个维度之间的关系.

3.2 从心理学的角度研究

布鲁姆认为,完整的“教育目标分类学”应包括“认知领域”、“情感领域”、“动作技能领域”,并将认知领域的目标分为六个层次:知识—理解—应用—分析—综合—评价,又把从理解到评价的五个层次归为一类,称为理智的能力和技能.他认为,理智是借助知识而解决问题的能力,人的知识也只有上升到人格的一部分,成为发现问题和解决问题的工具时才有意义.“理智的能力和技能”以“知识”为基础,因为“问题解决或思维必须以一些‘现实’的知识为基础”.而“知识”也只有上升到“理智的能力和技能”才能真正成为人格发展的有机组成部分.所以科学知识是基础,科学探究处于中间位置,情感态度价值观是最高层次的目标.如图2.

根据马斯洛的需要层次理论,把需求分成生理需求、安全需求、社交需求、尊重需求和自我实现需

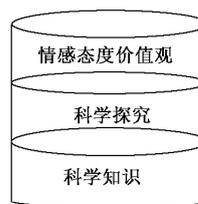


图2 三维目标层级关系的柱状模型

求五类,依次由较低层次到较高层次排列.一般来说,只有在较低层次的需求得到满足之后,较高层次的需求才会有足够的活力驱动行为.戴尔的“经验之塔”从塔的底部至塔尖依次是做的经验、观察的经验和抽象的经验.塔基的学习经验最具体、最直接,越往上越抽象,塔尖的经验最抽象.依据以上两个观点存在的共同之处发现,如果把科学素养的三个维度的关系也以塔的模型建构,科学探究作为活动的形式,是直接经验的活动载体,应处于塔的底部,此情况适于小学阶段;但是当科学探究以过程技能的形式出现,则应处于塔的中部,因为技能已经是科学探究活动熟练化的能力和方法,此情况适于中学阶段.情感态度价值观是最高的要求,也是最抽象的,置于塔顶.此时便形成两种模型,适于不同的教学阶段.图3、图4分别适于小学和中学阶段的科学教育,因为两个阶段的侧重点及学生的认知与心理发展特点不同.



图3 小学阶段三维目标需求层次模型



图4 中学阶段三维目标需求层次模型

新课改强调新的课程观、知识观和学生观,在这个模型中得到了体现.模型中的层级关系更符合学生的需求,在教学中需要依此顺序进行设计,会使学

生的学习更加主动.

建构主义的知识观是科学教育理论的重要依据之一.它否定知识的客观性,强调人们对客观世界的假设与解释,以科学探究为主要途径认识世界.科学知识随着人们认识程度的深入而不断地变革、升华和改写,出现新的解释和假设.所以科学知识具有暂时性、主观性和建构性,处在最外层;情感态度价值观是人的主观认识,处于核心位置;科学探究是研究的过程和方法,处在中间.在教学中,科学知识是最外显的,也是最容易测量、评价的,同理,随着向饼图中心的深入,目标的内隐性越强,越不易测量,但此目标会随着知识的习得与方法、技能的训练而得到渗透.如图 5.

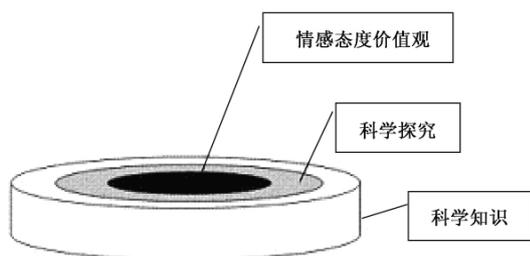


图 5 三维目标理解水平的饼状模型

皮亚杰的儿童智力理论也为三维目标的研究开阔了思路.当科学知识内化为科学的情感态度价值观时,是需要一个过程和路径的:当学生学习新知识时,受原有知识和主观想法的影响,新的图式与原有的不适时会经历同化与顺应.学生在教师设计的情景中进行探究,并通过重复过程、反复训练,使新的知识纳入学生已有的图式中,这个过程就是同化;当熟练到一定程度时,学生个体调整或改变自己的原有的图式,适应新的图式,这个过程就是顺应.在同化、顺应的过程中,情感态度价值观得到了内化.而年龄越小的儿童,自我中心主义体现的越明显,故需要不断复现新的知识和方法,同化、顺应所需的时间越长,频次越多,才能使对儿童的教学更加有效.如图 6 为三维目标的同化、顺应模型.

学生潜在的或者已具备的一定水平的情感态度价值观,会与外来新的图式产生不适,这样又会重复图 6 中的过程.所以,情感态度价值观是需要长时间、并且通过科学知识的学习和科学探究来渗透的.当教师在设计教学时,需要思考选择何种知识和探究活动更适宜学生的主动建构和接受.

3.3 从生物学的角度研究

科学素养的另外两类理论补充了科学素养理论

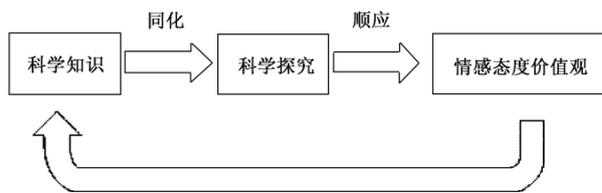


图 6 三维目标的同化-顺应模型

体系.他们在三维模型的基础上,分别选取不同的研究角度,以连续性和需求、功能为切入点,将科学素养划分为不同层级或群体,但实质上讲的都是连续性问题.在此借用 DNA 双螺旋模型的图形进行分析说明,见图 7.

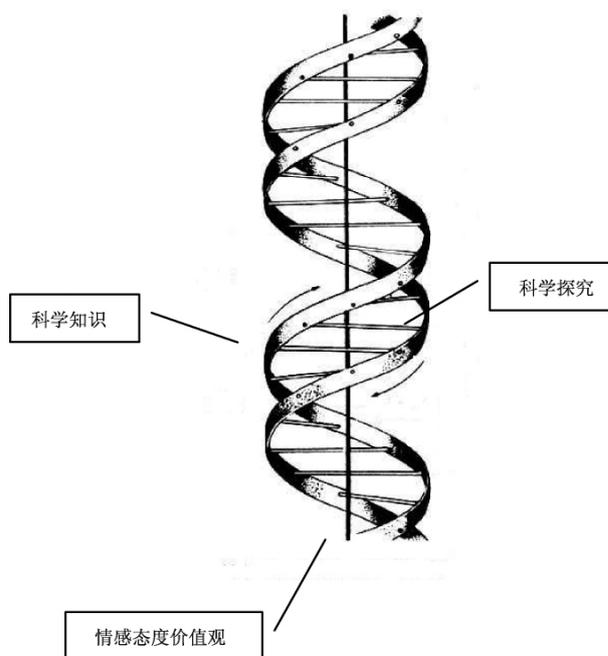


图 7 三维目标的双螺旋模型

科学与科学探究是以情感态度价值观为核心支柱连续发展的,二者相互关联、影响,互为载体和形式,并且三者呈双螺旋状态上升.无论是三者统一起来看,还是每个目标维度单独看,都是由低级向高级、由不成熟向成熟不断发展的.不同需求、功用的科学素养是对不同人群提供更具针对性的要求,不同人群的需求各异,关注点不同,所需具备的科学素养水平也不同,所以产生了这种新的科学素养维度的说法.如公众与科学家的需求不同,则他们所处的科学素养水平不同.其本质与连续性问题是相同的,即由低级向高级的连续发展.在众多繁杂的科学素养理论中,辨析清楚其间的相互关系,对更直接、准确地把握内涵有重要的作用,也对三维目标多角度研究提供了参考.

笔者通过对科学素养维度的研究和思考,对三维目标之间的关系进行探究,并拟出相应的模型,试图更加形象地解释、说明,给教学、测评及相关的研究提供一定的依据和启发,同时,三维目标之间量的研究,更待深入,不断探索.

参 考 文 献

- [1] Jon D Miller. Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review [J]. Daedalus, 1983, 112: 29-48.
- [2] Laugksch R C. Scientific literacy: A conceptual overview [J]. Science Education, 2000, 84(1): 79.
- [3] 唐文佩. 中国期刊网收录的科学素质文献状况分析 [J]. 自然辩证法研究, 2007, 3: 104-107.
- [4] 徐学福. 多层次理解学生的科学素养 [J]. 学科教育, 2001, 6: 40-43.
- [5] 魏冰, 罗星凯. “科学大众化”的困境: 社会学的分析 [J]. 外国教育研究, 2005, 6: 14.
- [6] 魏冰. “科学素养”探析 [J]. 比较教育研究, 2000 年增刊: 105-108.
- [7] 张晓芳. 论 Miller 的 PUS 研究思路: 热心公众理论—科学素养概念—公众科学素养测量 [J]. 科学学与科学技术管理, 2003, 11: 57-60.
- [8] 郭玉英. 从相关性到统一性——综合科学课程的现代建构模式 [J]. 课程·教材·教法, 2002, 4.
- [9] 梁英豪. 科学素养初探 [J]. 课程教材教法, 2001, 12: 36-39.
- [10] 张海和. OECD/PISA 研究中科学素养的涵义及其理论基础 [J]. 生物学通报, 2005, 6: 52-53.
- [11] 史玉民, 韩芳. 印度公民科学素养发展概况 [J]. 科普研究, 2008, 2: 44-49.
- [12] 陈发俊. 公众科学素养测量的困难——以科学素养的三维度理论模型为例 [J]. 自然辩证法研究, 2009, 3: 67-71.
- [13] 邹俊. 论小学科学课程“三维目标”的整合 [D]. 云南: 云南师范大学, 2005: 15-36.
- [14] 陈发俊, 史玉民, 徐飞. 美国米勒公民科学素养测评指标体系的形成与演变 [J]. 科普研究, 2009, 4: 41-45.
- [15] 陈发俊. 我国公众科学素养测评存在的问题与对策 [J]. 中国科技论坛, 2009, 5: 114-117.
- [16] 祁金善. 当代教育的重要命题——健全人格的培养 [J]. 郑州大学学报, 2000, 4: 28-31.

The Dimensions of Scientific Literacy Study on Three-Dimensional Goal of Science Education in China Inspiration

Wang Xuenan Ye Baosheng

(Elementary Education College, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract

Dimensions of scientific literacy have always been a topic of debate and research by both national and international academics. Meanwhile, they are closely related to three-dimensional goal of science education. This study aims to inspire the relations between the three dimensions of science education of China through combing and analyzing the domestic and foreign research results of dimensions of scientific literacy and supporting with model examples.

Key words: scientific literacy, dimensionality, three-dimensional goal.

作者简介 王学男(1984-),女,汉族,北京,首都师范大学初等教育学院,硕士研究生,专业为课程与教学论(科学方向),研究方向科学教育;叶宝生(1964-),男,汉族,北京,首都师范大学初等教育学院,副教授,科学教育研究所主任,研究方向:科学教育.