

【教材分析】

小学科学教科书中 科学史内容的比较研究

——以教科版、苏教版、大象版为例

李律铎

【摘要】从小学科学史的视角出发,结合教材中的具体内容,对教科版、苏教版、大象版的12套小学科学教材进行比较分析。结果显示:三版教材中科学史内容在数量、类型、呈现方式、知识维度、教学建议等方面都有一定差异。针对三版的差异性,在教科书修订时可适当创设主题式科学史单元、类型更加均衡化、呈现方式“递进式”、内容编排与时俱进、转变传统教学方式。

【关键词】小学科学教科书;科学史;内容分析;比较研究

一、研究设计

(一)研究目的与教材选定

通过比较教科版、苏教版、大象版三个版本中科学史内容的编排特点,了解我国小学科学教材多样化的实施效果,探索不同教材中科学史内容的差异,以期对教材在科学史方面的改进与完善提出一定的参考意见。在选择教科书样本时,共选择了早期大范围使用的12套教科书,且在小学高年段,具有一定的代表性。教科书的基本信息如表1所示。

(二)科学史分析单元的判定标准

对于教科书中科学史内容的判定,需要借鉴 H. C. Wang^[1] 制定的四项标准,只要内容符合其中任何一项,就可以判定为科学史分析单元。具体判定标准如下页表2所示。

(三)研究方法

本研究主要采用内容分析法,通过借鉴前人的研究经验,从有助于科学史更好发挥其教育功能的视角,结合我国《义务教育科学课程标准(2022年版)》确定出5个主分析维度,14个次级分析维度,并进行了操作性定义,对3个版本教科书中科学史内容进行量化统计分析。设置了以下主分析维度和次级分析维度,见第31页表3。

表1

小学科学教科书样本的基本信息

教科书名称	简称	出版社	出版年份	总页数	分析单元总数
义务教育课程标准实验教科书科学五、六年级上下册	教科版	教育科学出版社	2003年	368	128
义务教育课程标准实验教科书科学五、六年级上下册	苏教版	江苏教育出版社	2003年	262	80
义务教育课程标准实验教科书科学五、六年级上下册	大象版	大象出版社	2005年	340	77

二、研究结果分析

(一)科学史量的比较

根据表2统计三版教科书中的科学史单元数目,并计算单元所占比以及平均单元数目,以此分析三版教材中科学史的量。

结果显示,科学史量的所占比在三版教材中都较少。但相对而言,在科学史单元数目方面,苏教版科学史数目有26个,比教科版多4个,比大象版多8个,相应地苏教版科学史单元所占比例位居第一,高于教科版15%左右。从数据上看,大象版科学史单元所占比例为23.4%,高于教科版的17.2%,在三版教材中位居第二。在平均科学史单元数量方面,三版教材都纳入有相应的科学史教学内容,但其内容在教科书每页分布中都较低,仅为0.05个/页左右。

从科学史分析单元的内容主题来看,三版科学教材的科学史内容都集中分布在电和磁、探索宇宙、地球的形状及其运动的历史等重要主题。可见,我国三个版本的义务教育小学科学教科书都比较重视科学史的教育功能,将其渗透教材中进行相应教学,符合我国《义务教育科学课程标准(2022年版)》的要求——注重科学史的学习。

表 2

科学史分析单元的判定标准

序列	具体内容
标准 1: 含科学家姓名	(1) 科学家生活的年代, 或者科学理论或模型等的提出时间
	(2) 对科学家生活时代的描述, 或者对其朋友同行的描述
	(3) 科学家国籍、职业或职位
	(4) 对科学家的贡献、发明或出版物等的描述
	(5) 描述科学家研究过程的行为动词, 如观察、猜测、发现等
	(6) 科学家投入研究事业的时间
	(7) 科学研究发生的地点
	(8) 科学家的语录或者书信
	(9) 科学家或科学研究相关的图片
	(10) 科学家的故事或传记
	(11) 科学家的性格、奖项与荣誉
标准 2: 不含科学家姓名	内容为历史上的科学观点、理论或概念的发展过程或意义
标准 3: 不含科学家姓名	内容为科学术语被社会、公众、科学家等广为认知或被认可的过程
标准 4: 不含科学家姓名	内容为科学实验、仪器或工具(技术)在科学发展中的应用价值

(二) 科学史的类型比较

根据主、次分析维度表所示, 小学科学史内容共有 4 种类型, 并且不同类型具有不同教育价值。具体言之, 类型 I 为科学家故事, 以描述科学家生平、性格、爱好等让学生深入了解科学家并非“神圣化”“与众不同”, 帮他们种下从事科学事业的种子。类型 II 为科学史内容的核心, 主要是科学发现、发明、概念等的发展史, 以期帮助学生加深核心概念以及相关科学理论的理解^[2]。类型 III 为科学术语的发展史, 让学生知道术语的由来并非轻而易举, 会受到诸多因素的限制, 从而帮助他们更好地理解科学与社会、人文等之间的关系。类型 IV 以描述科学实验装置或原理帮助学生理解科学研究和科学与技术之间的关系^[3]。通过对 12 套教科书中科学史单元的类型进行统计分析。

结果显示, 三版教科书中位居第一的是描述科学想法、发现、发明、理论或概念的发展过程或其影响(类型 II), 其次为描述科学家的生平、性格、爱好等(类型 I)。其中所占比例最少的是, 描述科学术语的命名过程或被公众接受的过程(类型 III), 都在 10% 以下。而苏教版与教科版中科学史单元的类型特点比较相似, 大都以类型 II 的形式呈现, 占 1/2 略多。

从三版教科书的比较来看, 科学史单元的类型分布方面存在不太明显的差异, 但是三个版本中, 苏教版和教科版比较相似, 大象版稍有不同。苏教版和教科版以类型 II 为主, 在 55% 以上, 类型 I 和类型 IV 比

例相同, 各约占总比的 1/5; 而比例最少的为类型 III, 仅占 8% 左右。这说明苏教版和教科版在科学史类型方面, 更加强调让学生学习一些科学理论、概念、发明等, 着重注意科学史知识的全方位学习。但对于科学术语的命名过程或被公众接受了解的过程描述却相对较少或将其简化, 很容易让学生认为科学发现要么是琐事、要么是神话, 产生错误的科学观。在大象版中, 类型 II 只有 43%, 而类型 I 的比例(39%) 则明显高于苏教版、教科版, 表明大象版更强调向学生传授历史上的科学家。在有关科学术语的命名和被接受的过程的描述中, 大象版高于另外两版 10%。

由此可以看出, 三版教科书虽然都包含 4 种类型, 但相对苏教版和教科版而言, 大象版的类型分布更为均衡, 各种类型“雨露均沾”, 更有助于多方面发挥科学史在小学科学课堂中的多重教育功能, 让学生们了解科学, 走进科学。因为科学史与一般的史实材料不同, 具有多重教育价值, 所以教材的呈现类型不能简单以科学概念、理论(类型 II) 和描述科学家(类型 I) 为主, 还应充分体现科学发展争论的过程(类型 III) 和再现探究的实验(类型 IV)。因此, 苏教版和教科版应尽量做到不同类型之间具有均衡性, 这样更利于发挥科学史的多重教育功能。

(三) 科学史呈现方式的比较

通过对三版教科书中科学史呈现方式的分析, 可以看出, 在教科版中, 科学史的呈现方式涵盖了 6 种类型, 分别体现在特定板块或栏目中以文字同时包含图片的形式出现(B+I) 的科学史内容占 48%,

表 3

小学科学教材中科学史主分析维度和次级分析维度

主分析维度	次级分析维度	操作性定义
科学史的量	科学史单元数目	按在教材中不同单元出现次数的数目计
	科学史单元所占比例	科学史单元数/分析单元总数×100%,结果保留小数点后一位
	每页教科书的平均科学史单元数目	科学史单元数目/教科书总页数,结果保留两位小数
科学史的类型	类型 I	描述科学家的生平、性格、爱好等
	类型 II	描述科学想法、发现、发明、理论或概念的发展过程或其影响
	类型 III	描述科学术语的命名过程或被公众接受的过程
	类型 IV	描述科学实验的装置或原理
科学史的呈现方式	呈现方式代码 T	在正文中只以文字形式出现
	呈现方式代码 T+F	在正文中以文字形式出现,同时包含图片
	呈现方式代码 B+F	在特定板块或栏目中只以文字形式出现,同时包含图片
	呈现方式代码 B	在特定板块或栏目中只以文字形式出现
	呈现方式代码 S/F	在旁注或脚注中只以文字形式出现
	呈现方式代码 F	以附带有完整句子(段落)的图表呈现
科学史内容	科学知识	科学思想、观点、概念、模型、计划 科学定义、解释、发现、标准、理论
	科学探究	思考或实验研究过程 得出结论、推断、解释、报告及应用的过程
	科学情景	与科学研究有关的心理因素(如研究动机、意图) 社会层面的因素(如促进或阻碍科学家交流、争论、做出贡献的多种因素,包括同行影响、公众态度、社会需求或政治因素等) 与科学研究有关的文化因素(如科学家的性格、家庭氛围、所属的组织关系、社会关系、种族等)
科学史教学建议	指导阅读	引导和帮助学生阅读科学史内容的非讨论性问题、提示等
	过程讨论	要求学生围绕着科学发现和发展过程展开讨论
	重复、模拟实验	要求学生对历史上科学家的实验或发现过程重复或模拟
	查阅课外资料	要求学生查阅与教材有关的课外历史资料
	总结评价	要求对科学发现和发展过程评价或总结

在正文(T和T+F)中分布的科学史内容占37%,以特定板块只有文字(B)、有完整句子(段落)的图表(F)和文字以旁注或脚注(S/F)形式呈现的比例较少,为15%。教科版中的科学史内容分布在特定板块(B和B+F)中占52%,后者高于前者,这与小学科学教科书的编写要同学生的身心发展规律相符合,即儿童喜欢图片、直观性的东西^[4]。

苏教版只有3种呈现方式,其中T和T+F占93%,S/F只占7%。与教科版相比,苏教版的科学史内容略高,但呈现方式较为单一,没有划分特定的栏目板块,大多以贯穿正文的形式呈现。对于大象

版而言,科学史主要由B+F、B、T和F这四种方式呈现。从大象版的分析单元数目上可以清晰地看出,大象版在教科书编写体例上更加注重普及型知识,在素材选择上,则更多地以卡通图片这种趣味性的方式来描述呈现。所以,对于一些培养小学生科学素养具有重要意义的科学史内容并未出现在教科书中,如电和磁、四大发明等内容均未涉及。

由此可以看出,三版教材的科学史在呈现方式上大相径庭。教科版呈现方式多样化,大象版其次,苏教版则以贯穿正文为主。其中,教科版和大象版教科书的呈现方式比较相似,都以特定板块或栏目

呈现方式为主,约占一半,而苏教版的这种呈现方式则为零。这说明三版教科书对于科学史内容的重视程度有所不同,苏教版主要在正文中出现,其科学史大多是与重要概念直接相关的内容,例如电和磁、昼夜交替等相关的科学史研究素材。而在教科版、大象版中,科学史内容以拓展阅读的形式出现于特定栏目板块,如“牛顿的发现”“阿基米德撬地球”等,旨在拓展学生对科学史了解和激发他们学习科学史的兴趣。

(四) 科学史内容的比较

根据科学史内容的分析维度,将科学史内容划分为科学知识、科学探究及科学情境三类。

结果显示,三版教科书中科学史内容的维度分布比例非常相似,但是相对而言,苏教版比例分布更为均衡。在苏教版中,不仅有基本科学史知识,还有科学史实验以及影响科学探究的社会、心理因素等,其科学史内容的结构分布有利于学生对科学本质的理解。在大象版中,科学知识维度位居第一,大于科学探究(20%)和科学情境(8%)。由此可以看出,大象版主要以知识的形式呈现科学史,不太注重科学探究和科学情境的呈现形式,且三种呈现维度分布比例相差较大,反映出大象版教材编写者在选择科学史素材教育价值时倾向于知识本位思想。

将教科版与大象版相比,可以看到教科版的科学知识比例为70%,其次为科学探究、科学情境,与大象版的分布比例极其相似,都重点突出科学史知识的传授。而苏教版在三个维度的分布上相对更为均衡,这说明教科版、大象版教材比较擅于利用科学史这个媒介,帮助学生学习相关的科学知识,而苏教版则“面面俱到”利用科学史帮助学生综合发展。三版教材都重视科学知识属性的体现,而有关科学探究和科学情境的内容体现却稍有不足,由此可以看出在小学科学教材中,科学史内容的维度分布相对均衡,但这种均衡分布并非为各占1/3,而是以科学知识为基础发展学生的科学素养,因而科学知识比例大于科学探究和科学情境^[5]。在小学科学教育中,科学知识的教授是最重要且容易的,但学生综合科学素养的形成,仅靠科学知识并不能实现,而是需要学生从多方面理解科学的本质,意识到科学知识是不断发展的。由此看来,三版教材中科学史内容的维度分布都应该均衡合理,这样才能更有效地从科学观念、科学思维、探究实践、态度责任等方面

达到小学科学课程的培养目标。

(五) 科学史教学建议的比较

科学课标中明确提出科学教育倡导探究式教学,但也强调不要把探究式学习作为唯一的科学学习方式,因此根据科学史教学内容的分析维度,对三版教科书中的科学史教学建议进行分析。

对于小学科学史教学而言,主要有5种教学方式,并且不同的教学方式都影响着学生对探究式学习方法的掌握。苏教版对于科学史的教学建议主要以指导阅读和过程讨论为主,占总体的80.1%,其次是重复模拟实验,占总体的13.3%,最后要求学生查阅与教材有关的课外历史资料仅占2.2%。教科版的分布特点与苏教版相似,但其指导阅读所占比例高出苏教版1.5%,这说明苏教版和教科版在指导学生阅读科学史的同时,会相应要求学生围绕着科学发现和发展过程两个方面展开讨论,并进行一定程度的总结评价。

大象版教科书的科学史虽然也以指导阅读为主,但是在科学史教学建议各维度比例上与教科版、苏教版相比,略有不同。大象版虽然阅读讨论的学习方式占比为79%,也相对较高,但其要求学生课外查阅资料的比例(10.5%)却高于重复模拟科学史实验的比例(7.9%)。这表明,大象版科学教材比较注重学生的自主学习,从而降低了课堂内模拟再现科学家经典实验的比例,这与新课标所提倡的探究式教学方法,并且在探究过程中帮助学生理解科学概念、培养科学精神和掌握科学方法的理念相背离。总体而言,在教科版、苏教版以及大象版的教科书中,科学史的学习方式都以指导阅读为主,内容占总体的一半,为55%左右。从三个版本的数据看来,“查课外资料”“总结评价”“模拟或重复实验”这三种方式比例分布较低,而这三种方式对于培养学生主动思考、数据筛选和收集以及进行实践操作都有至关重要的作用,所以三版教科书都应该着重提高它们分布的比例,使之更为均衡。由此可以看出,三个版本的小学科学教材都更加强调阅读科学史,即通过教师指导学生单纯进行文本阅读的方式来获取科学史知识。这种学习方式与教科版、大象版教材主要以特定栏目来呈现科学史知识的方式相联系,借助栏目板块中长篇幅字数的详细描述来强化学生对相关知识的掌握。虽然科学指导阅读可以快速、大量地获取信息,实现科学史知识的普及,但其较为枯燥乏味,若侧重科学史知识的被动输

人,而不引导他们主动吸收,这极不利于小学生对探究式学习方法的掌握。同时,对于指导阅读来说,科学教师的参与度要求过低,故难以发挥教师的主导作用。

三、讨论及启示

通过对教科版、苏教版、大象版12套小学科学教材的比较分析,可以发现三个版本的教材在融入科学史时各具特色、各有差异。

(一)三版教科书存在差异的原因

三版小学科学教材在融入科学史时存在一定的差异,符合我国各地区根据实际选择教材的教学原则^[6]。从科学史量的角度来看,在三版教科书中,苏教版更加重视科学史内容,但其中较多内容的搜集整理相对麻烦,所以更适用于较为发达地区。其次为教科版,其科学史内容相对于苏教版而言较少,这是由于教科版在全国使用量居多,需要照顾中国各地区学生及教师。但科学史量的多少与科学史教育功能的发挥有着密不可分的联系,对小学生科学素养的长足发展起着十分重要的作用,因此教科版可以适当筛选、增加更多符合儿童身心发展且具有历史性的科学内容。最后为大象版,大象版教材的使用量比教科版、苏教版少,因为其是河南教育出版社所编写的一套教材,相对而言具有一定的地域性,所以很适合与河南相似地区使用。虽然教科书编写者对科学史重视程度的最直接表现是科学史量的多少,但是在教材编写引入科学史时,量也需要适中,要与科学知识融会贯通,而不是引入一些简单并且与学科知识无关的科学史内容,最主要的应使科学史发挥促进科学学习的作用^[7]。基于以上分析可以看出,本研究中的三版教材对于科学史的重视程度不同,相应地教材编写的所占比也就不同,但是基本的科学史内容,例如小孔成像、托勒密“地心说”以及傅科摆等重要知识三版教材皆有,而其余不同的科学史知识则根据不同地区的条件来进行相应的筛选,符合我国基础教育分布不均衡的现状。但是为了促进教育公平,三版教材都应该更均衡纳入科学史,作出相应改变,使科学史的育人功能得到最高效发挥。

(二)三版教科书比较的启示

1. 创设主题式科学史单元,增加科学史内容占比

科学史作为小学科学教材中必不可少的组成部分,其量的多少直接影响科学教师的教学重视程度。通过对比三版教材可以看出,多版本的小学科学教

材中科学史内容占比都比较低,表明我国小学科学教材编写者对于科学史的重视不足,从而导致在实际教学过程中学生、教师对科学史都不予以重视的现象,以至于科学史的教与学效果都不太理想。从三版教材看来,目前科学史内容在小学科学课本中地位相对较为薄弱,不仅占比较少,还多以阅读材料的形式出现,尤其是教科版将科学史内容在“资料库”中呈现,而这种单一的形式不利于学生了解和掌握。针对此,可以从教科书编写者角度出发,各版教科书科学教材都尽量增加科学史内容的编排,以此增强科学史教学效果。首先,可以适当将分散杂乱的科学史内容融合为多种主题单元,借助多种主题结构呈现,这样既可以将科学史进行分类,也可以在一定程度上适当增加科学史内容,使其不再单单为阅读参考资料或是一种课外知识补充,还可以成为教师教学时的教学内容导入或过渡^[8]。其次,创设主题式科学史单元既可以改变当前分布散乱、量较少的问题,同时又能向教师传达出科学史重要的讯息,还能够减轻学生课后阅读的负担。通过主题单元的形式呈现科学史内容,可以让教师在教学时更具导向性,根据主题单元的逻辑进行教学,从而为学生能够高效学习科学史提供基础与保障。

2. 注重科学史类型的均衡分配,实现科学史的综合学习

小学科学作为一门综合性课程,内容划分为四大领域。科学史作为四大领域中必不可少的组成部分,也应当遵循其综合性原则,在各个领域均衡分配相应的科学史内容。通过对比三版教科书可以清晰地看出,我国小学科学教材编写者都倾向于描述科学想法、发现、发明、或概念的发展过程相关内容的编写,而有关科学史实验装置、科学发展争论的过程等占比较少,甚至有的领域未涉及。但科学史作为发展学生科学素养的重要组成部分,本身就具有丰富、多元的特点,同时在2017年版小学科学课标中也明确强调过四大领域知识之间要相互渗透、联系,不能让学生对于科学知识进行片面化理解。因此,在教材编写时,应当均衡科学史的类型分布,将其恰当分布于四大领域中,使学生综合学习科学史,最终达到“事半功倍”的学习效果,及时有效地学习科学史知识。

3. 基于学生认知水平,改进科学史呈现方式

根据皮亚杰的儿童认知发展规律,小学高年级的儿童在认知方面已形成抽象的逻辑思维模式,他

们不仅可以开始主动地建构知识体系,还可以通过逻辑推理、归纳或演绎的方式来解决不懂的问题^[9]。科学课标也指出,教科书的编写和内容呈现要考虑学生的心理特点,不能以成人的视角和观点表述,强调从学生观察世界的角度表述知识,要体现内容的活动性和开放性。因此,在修订教材时要注重与学生年龄特点与认知水平相适应,适当增加科学史在教科书中的呈现方式。不同年龄理解知识的能力不同,在科学史知识呈现方式方面,可以根据不同阶段学生的认知水平进行“递进式”编排,低年段可以主要以图片、故事的形式,而中高段则可以以注释、科学历程专栏等多种形式多样化呈现,借助不同的呈现方式来实现小学科学史内容的深度挖掘,做到科学史内容表现形式的多样化。

4. 与时俱进编排科学史,加强科学史与当代科学的融合

教材呈现知识的方式是一个静态的过程,让学生看到的是某一个亘古不变的概念、定律,而呈现不了获得这个科学成果探究历程中的动态过程,所以只注重古代科学史知识的教授,就很容易造成“唯书本论”,产生错误的科学观。三版教科书中,科学史内容几乎都是介绍古人的发明、发现,对于现代及当下的科学技术描述极少。这种分布比例不利于培养适应未来社会的公民,因为社会在发展,科学在进步。因此,在编写教材时,不仅要回顾古今中外的重大科学史相关内容,更应适应时代发展,与时俱进。例如,编入诺贝尔获得者屠呦呦、中国“两弹一星”功勋奖章获得者钱学森等,加强科学史与当代科学的融合性。为了更好地发挥科学史在小学科学教育中的作用,当下科学教材中科学史内容的编写应与时俱进,打破常规,突破固有思维局限,充分了解现代科技与新型社会之间的关系,有效地反映科技发展带来的社会问题,全方位实现科学史的教育作用。

5. 转变传统教学,弘扬科学精神

在三版教材中,科学史的教与学主要以指导阅读为主,例如教科版的资料阅读板块。其实科学史含有许多经典实验,如地理、物理、生物、化学等著名实验,但这些实验以阅读的学习方式出现,学生只会走马观花。所以,对于科学史知识的教学建议不能只强调指导阅读,应该在大概概念背景下,以弘扬科学精神为主。科学精神的首要内涵是科学性,求真求实,实事求是,需要以科学态度、科学方法和科学思维追求科学真理。早期的科学教育对个人科学

素养的形成具有十分重要的作用,小学阶段学生的科学素养涉及学生知识、技能、情感态度价值观等多方面,是个体能够适应未来社会、促进终身学习、实现全面发展的基本保障^[11]。因而,科学史在教学建议上,必须转变传统观念,不能只重视科学知识,忽略科学探究和态度。在学习方式上应该以培养学生的科学精神为主,加大学生对于科学精神的理解,不能局限于知识学习,要养成爱科学、学科学、懂科学、知科学的态度,为逐渐培养学生的科学素养打下坚实基础。

参考文献:

[1] Wang H C. Science in historical perspectives: A content analysis of the history of science in secondary school physics textbooks [D]. CA: Los Angeles, University of Southern California, 1999: 122.

[2] 袁维新. 国外科学史融入科学课程的研究综述[J]. 比较教育研究, 2005(10): 62-67.

[3] 王健, 张前进. 中美科学教科书中科学史内容的比较研究——高中“分子与细胞”主题为例[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2016(2): 45-50.

[4][6] 张春莉. 关于中小学生学习身心发展规律与课程改革的几点思考[J]. 学科教育, 2000(5): 17-20.

[5] 仲扣庄, 郭玉英. 基于科学素养主题的中美高中物理教科书定量分析——以“量子理论”为例[J]. 课程·教材·教法, 2012(10): 121-127.

[7] 王晓利. 论小学科学课程中渗透科学史教育的价值和方法[J]. 现代教育科学, 2011(4): 152-153, 69.

[8] 王俊子. 大陆与台湾小学科学教科书中科学史内容的比较研究[D]. 南京师范大学, 2018.

[9] 赵昕阳, 裴阳, 郑波, 等. 皮亚杰认知发展理论下的化学启蒙课程设计与实践[J]. 文化创新比较研究, 2020(31): 104-106.

[10] 李志红. 面向 2035 科学精神的弘扬[J]. 中国科技论坛, 2020(5): 5-7.

[11] 辛涛, 姜宇, 刘霞. 我国义务教育阶段学生核心素养模型的构建[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2013(1): 5-11.

【作者简介】李律铎(1998-),女,贵州师范大学教育学院硕士研究生,主要研究方向:小学教育, E-mail: 1604316119@qq.com.

【原文出处】摘自《科学教育与博物馆》(沪),