

物理教科书影响初中生科学探究的多水平模型分析

○ 李西营^{1,2}, 张莉^{2,3}, 张竞扬¹, 申继亮², 胡卫平¹

(1. 陕西师范大学 现代教学技术教育部重点实验室/教师专业能力发展中心, 陕西 西安 710062;
2. 北京师范大学 发展心理研究所, 北京 100875 ;3. 山东师范大学 基础教育课程研究中心, 山东 济南 250000)

摘要: 采用科学过程性技能问卷、科学本质问卷和探究式科学教学自我效能感问卷对 1 117 名初中生和 236 名教师进行了调查, 多水平分析结果表明, 在控制了教师水平的变量(教师性别、教龄、职称、教师对科学本质的认识和探究式科学教学自我效能感)和学生水平的其他变量(性别、成绩和学校类型)后, 科学教材仍然是影响学生科学过程性技能和对科学本质认知的重要因素。

关键词: 科学教材; 科学过程性技能; 科学本质

中图分类号: G 42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0916(2016)01-0143-04

科学探究是学生们用以获得知识、领悟科学的思想观念、领悟科学家们研究自然界所用的方法而进行的各种活动^[1]。一般来讲, 它包括科学过程性技能和科学本质认识两个方面, 前者是指基于科学推理的问题解决过程, 是“做”科学; 后者是指对科学探究的认知, 是“认识”科学^[2]。目前, 科学探究已经成为国际科学教育的一种趋势, 世界许多国家和地区, 如美国、英国、日本和台湾地区把科学探究作为培养学生科学素养的重要学习方式, 并列为科学教育改革的主要目标之一。2001年, 我国新一轮基础教育课程改革将科学探究列为物理、化学等科学课程的重要学习方式, 随后, 2011年课程标准修订中又进一步强调了科学探究在科学教育中的重要性^[3]。既然科学探究在科学课程教学中的地位如此重要, 那么我国现行的科学课程是否能够担当此重任, 肩负起培养学生科学探究的重任呢, 这是值得研究的问题。

教材又称为教科书, 它是学校教育中最主要的课程资源, 在师生学习中发挥着重要作用。20世纪80年代, 世界银行对世界各国教材使用情况进行了调查, 结果发现教材是

决定学生成就高低的重要指标, 教材水平的高低反映了一个国家所提供学生的学习内容和经验, 决定着未来一代的科学文化素养^[4]。美国的一项调查表明教材依然是课堂教学中的主角, 教材决定了学校 75%—90%的教学内容和教学活动^[5]。和世界其他国家相比, 在我国现行的教育背景下, 教材在师生学习中的地位有过之而无不及。以此类推, 从理论上讲, 科学教材在培养学生科学研究中发挥着不可替代的重要作用, 事实是否如此, 这是本研究探讨的问题之一。为了提高教材质量, 满足不同地区的使用需求, 我国实行“一标多本”, 鼓励教材多元化, 不同单位或个人根据课程标准编写教材, 通过教育部审定后便可发行使用。多元化的教材各有特色, 不同科学教材对学生科学探究的影响是否相同呢? 这是本研究要探讨的问题之二。

研究中探讨不同版本科学教材对学生科学探究的影响所面临的首要问题是选取哪些科学课程以及相应科目的哪些版本教材。在我国, 现行的科学课程主要包括物理、化学、生物、地理、分科科学、综合科学几门课程, 在这几门课程中,

收稿日期: 2015-09-16

基金项目: 2015年陕西师范大学教师教育研究专项资助成果(JSJY2015J010), 国家社会科学基金“十二五”规划 2012年度教育学重点课题(AHA120008)。

作者简介: 李西营(1977—), 男, 博士, 陕西师范大学副教授, 主要研究方向为教师专业发展、创造性和科学教育; 张竞扬(1992—), 女, 陕西师范大学硕士研究生; 申继亮(1965—), 男, 北京师范大学发展心理研究所教授, 博士生导师, 主要研究方向为教师专业发展与认知发展; 胡卫平(1965—), 男, 陕西师范大学教授, 博士生导师, 主要研究方向为教师专业发展、创造性和科学教育。

通信作者: 张莉(1982—), 女, 北京师范大学发展心理研究所、山东师范大学基础教育课程研究中心讲师, 主要研究方向为教材评价。

物理课程是科学的基础学科,在培养学生科学探究和科学素养中起着重要作用。目前,我国从初中二年级开设物理课程,使用比较广泛的物理教材主要由人民教育出版社(简称人教版)、江苏科技出版社(简称苏科版)、北京师范大学出版社(简称北师大版)、教育科学出版社(教科版)、上海科技出版社和广东教育出版社(简称沪粤版)五个出版社出版发行。

综上所述,本研究选择不同出版社的物理教材,以科学过程技能和科学本质作为科学探究的指标。一方面探讨物理教科书对初中生科学探究的影响;另一方面探讨不同出版社物理教科书对初中生科学探究影响的差异。

一、研究方法

(一) 研究对象

根据方便取样,选取使用人教版、苏教版、北师大版、教科版和沪粤版五个版本教材的科学(物理、化学和生物)教师和八年级学生分别进行问卷调查。具体来说,每个版本教材下选取同一城市的省重点、市重点和普通中学各一所中学,共15个学校的相关师生接受了问卷调查,但是使用沪粤版教材的师生问卷没有如期反馈,最终使用四个版本教材(考虑到结果的保密性,以下结果涉及具体版本教材时代码S801、S802、S803和S804代替)12所中学的师生完成问卷。共发放学生问卷1173份,收回1173份,其中有效问卷1011份,回收率和有效率分别为100%和86.2%,学生年龄范围为11—17岁,平均年龄为13.95岁。共发放教师问卷236份,收回问卷193份,其中有效问卷154份,回收率和有效率分别为81.8%和79.8.2%,教师年龄范围为23—55岁,平均年龄为37.86岁。教龄范围为1—37年,平均教龄为15.55年。

(二) 研究工具

1. 基本信息。指学生和教师的基本信息,包括学校、性别、年龄、教龄、职称和成绩等。

2. 科学过程性技能问卷。根据科学探究的要素编制而成。问卷由28个题项组成,共分为提出问题、形成假设、选择变量、实验控制、选择实验装置、观察、观察结果的处理、解释和交流9个维度。问卷采用五点评分,从1(完全不符合)到5(完全符合)。本研究该问卷的内部一致性信度系数为0.946。

3. 科学本质问卷。问卷由26个题项组成,共分为科学的暂时性、经验性、主观性、推论、创造性以及科学定律和科学理论的区别与联系6个纬度(维度)。问卷采用五点评分,从1(完全不符合)到5(完全符合)。本研究该问卷在学生群体中的内部一致性信度系数为0.710,在教师群体中的内部一致性信度系数为0.808。

4. 探究式科学教学自我效能感问卷。本问卷根据Smolleck的教师探究式科学教学自我效能感问卷^[6]修订而成。该问卷由69个项目组成,分为自我效能和结果期望两个分问卷,每个分问卷又分为科学问题、证据优先、解释证

据、建构理论以及交流和反思解释五个维度。问卷采用五点评分,从1(完全不符合)到5(完全符合)。已有研究表明该问卷信、效度良好^[7]。本研究该问卷的内部一致性信度系数为0.967。其中自我效能分问卷的内部一致性信度系数为0.941,结果期望分问卷的内部一致性信度系数为0.938。

(三) 研究程序与数据处理

本研究由经过专门培训的心理学研究生担任主试,分别对学生和教师进行团体施测。采用SPSS18和HLM7对数据进行整理和统计分析。

二、结果分析

本研究构建的二层模型中第一层是学生,第二层是教师,层一的模型和传统的回归模型一样,其差异在于回归方程的截距和斜率不再是一个常数,而是一个随机变量,每个学生回归方程的截距和斜率都随着第二层变量(教师变量)变化而变化,这就构成了教师—学生二层模型。本研究的一层变量(个体效应)为:教材版本、学生的性别、上学期期末成绩和学校类型;第二层变量(教师效应)为:教师性别、教龄、学校类型、职称、教师对科学本质的认识和教师的探究式科学教学自我效能感。因变量分别是学生的科学过程性技能和学生对科学本质的认识。

进行多水平分析时,首先需要看零模型的结果,以检验教师间的变异是否足够大,如果检验的结果不显著,则说明教师间的变异不显著,可以认为学生来自同一个教师总体,其分析的效果同单一水平的分析效果相同。学生的过程性技能的零模型结果显示, $p=0.10$,且跨级相关系数为0.04,即学生的过程性技能的教师间变异仅占总变异的4%,即对学生的过程性技能的多水平分析和单一水平的分析结果相同。学生对科学本质的认识的零模型结果显示, $p=0.02$,跨级相关系数为0.20,即学生对科学本质的认识的教师间变异占总变异的20%,需要做多水平分析。

(一) 教材版本对学生科学过程性技能的影响

表1的结果表明,教师水平变量中,教龄和职称显著。当控制了其他教师水平的变量后,教龄每增加1年,学生的过程性技能就会减少0.01分;当控制了其他教师水平的变量后,和中教二级职称的教师相比,中教一级职称的教师所教授的学生的过程性技能就会增加0.18分;和中教二级职称的教师相比,中教高级职称的教师所教授的学生的过程性技能就会增加0.23分。学生水平变量中,性别、成绩、学校类型、S803和S804教材均显著。当控制教师水平变量和其他学生水平变量后,学生的成绩每提高1分,学生的过程性技能就会提高0.01分;男生的过程性技能比女生高0.1分;市重点学校的学生的过程性技能和一般学校的学生高0.24分;省重点学校的学生的过程性技能比一般学校的学生高0.16分;使用S803教材的学生比使用S802教材的学生的过程性技能高0.20分;使用S804的学生比使用S802的学生的过程性技能高0.17分。该结果说明在控制了教师水平变量和学生水平其他变量之后,教材版本仍然是影响学生科学过程性技能的重要因素。

表1 学生的过程性技能的二层全模型分析结果

固定效应	系数	标准误	T 值	自由度	P 值
INTRCPT2, G00	3.703504	0.350340	10.571	124	0.000
教师性别, G01	-0.061053	0.048637	-1.255	124	0.212
教龄, G02	-0.009950	0.004094	-2.430	124	0.017
市重点教师, G03	-0.118140	0.062822	-1.881	124	0.062
省重点教师, G04	-0.017628	0.058683	-0.300	124	0.764
中一级职称, G05	0.175533	0.065337	2.687	124	0.009
高级职称, G06	0.225805	0.091283	2.474	124	0.015
教师 NOS, G07	0.102190	0.102278	0.999	124	0.320
教师 TSI, G08	-0.109083	0.063227	-1.725	124	0.087
学生性别, G10	0.098056	0.043296	2.265	534	0.024
学生成绩, G20	0.009192	0.001898	4.844	534	0.000
市重点学生, G30	0.235702	0.064759	3.640	534	0.001
省重点学生, G40	0.163580	0.060885	2.687	534	0.008
S801, G50	0.125801	0.091365	1.377	534	0.169
S803, G60	0.204291	0.062099	3.290	534	0.001
S804, G70	0.171617	0.063395	2.707	534	0.007

(二)教材版本对学生科学本质的影响

表2的全模型的结果显示,教师水平变量均不显著;学生水平变量中,成绩、学校类型和教材版本显著。当控制教师水平变量和其他学生水平变量后,学生的成绩每提高1个单位,学生对科学本质的认识就会提高0.004分;市重点学

校的学生对科学本质的认识 and 一般学校的学生高0.09分;使用S803教材的学生比使用S802教材的学生对科学本质的认识高0.13分。该结果说明在控制了教师水平变量和学生水平其他变量之后,教材版本仍然是影响学生对科学本质认识的重要因素。

表2 学生对科学本质认识的二层全模型分析结果

固定效应	系数	标准误	T 值	自由度	P 值
INTRCPT2, G00	3.189233	0.216669	14.719	124	0.000
教师性别, G01	-0.006044	0.033588	-0.180	124	0.858
教龄, G02	-0.003656	0.003822	-0.957	124	0.341
市重点教师, G03	-0.010472	0.046784	-0.224	124	0.823
省级重点教师, G04	0.035516	0.048282	0.736	124	0.463
中一级教师, G05	0.002712	0.056085	0.048	124	0.962
高级教师, G06	0.093637	0.083915	1.116	124	0.267
教师 NOS, G07	0.123866	0.065850	1.881	124	0.062
教师 TSI, G08	-0.013231	0.038710	-0.342	124	0.733
学生性别, G10	0.019930	0.031089	0.641	534	0.521
学生成绩, G20	0.004200	0.001336	3.142	534	0.002
市重点学生, G30	0.085679	0.040121	2.136	534	0.033
省重点学生, G40	0.064202	0.046978	1.367	534	0.172
S801, G50	-0.043598	0.068269	-0.639	534	0.523
S803, G60	0.126435	0.034398	3.676	534	0.000
S804, G70	0.066088	0.044456	1.487	534	0.138

三、讨论

教材评价是对教材价值关系的可能后果的预见和推断。邝丽湛认为教材评价的职能主要划分为外在职能和内在职能两个方面^[8]。而教材评价的外在职能之一就是探索教材知识结构体系、内容整合方式与学生素质提升的关系。本研究基于新课改中科学教育对科学探究的重视,采用多水平分析技术对我国使用最广泛的四种版本科学教材对学生科学

探究能力的影响进行了分析,弥补了以往教材评价研究中缺乏教材微观层面的实证研究的不足^[9]。

本研究结果表明在控制了其他因素后,影响学生科学探究能力的教师因素包括教龄、学校类型、教师探究式科学教学自我效能感,学生个体层面的因素包括学生的性别和成绩;影响学生对科学本质认识的教师层面因素只有教师对科学本质的认识,学生层面的因素包括学生的成绩和学校的类型。从影响大小来看,教师的职称、学校类型和教材对学生

的科学探究过程性技能影响较大,教材对学生的科学本质的认识影响较大。这一方面说明本研究中选择的四种版本科学教材在科学探究方面存在较大的差异,另一方面也从实证上验证了教材的质量对学生科学探究过程性技能和学生对科学本质认识的影响。

本研究还发现教材版本并不影响教师对科学本质的认识以及教师的探究式科学教学自我效能感,这说明我们不能期望仅仅通过提高科学教材的编写质量来改变教师对科学本质的认识和教师的探究式科学教学自我效能感。已有大量研究发现教师的教学自我效能感和教师的教学效果和教学行为(提问对象、课堂提问的认知水平、课堂时间的安排和对学生的反馈方式)关系密切,教学效能感高的教师的课堂教学行为更有利于学生发展,教学效果更好^{[10][11][12]}。

根据上述研究结果,我们有如下几点建议:第一,由于教科书在一定程度上决定着学生对科学的看法,教科书是课程目标的具体体现,是教师优先选择的课堂资源。但教科书对这些规定太笼统,都没有分阶段的具体要求,而且也没有关于科学本质的具体说明,虽然在情感、态度和价值观部分涉及一些,但内涵并不明确,更没有详细的分阶段指标。因此,我们一方面建议要在新课标中对科学探究过程性要素和科学本质列出详细的和分阶段的具体要求,另一方面也建议教科书审定者要按照新课程标准在科学探究上的要求对教科书进行严格的审定。第二,对于科学教科书编写者而言,如何将科学本质的特征融入教科书中,已有的研究也提供了一些启示。例如,可以在适当的时候,介绍科学家的研究事迹;可以在适当的时候,介绍科学研究的过程以了解科学中实验与理论间的关系;可以在适当的时候介绍人类利用科学改善生活的有关史事;可以在适当的科学活动中,描述科学发现过程中科学家所拥有的批判思考、探究思考及创造性思考的特质。第三,必须通过专题性的科学探究教师培训来提高教师对科学本质的认识和教师的探究式科学教学自我效能感,这样才能保证教师更好地进行探究式科学教学。Abd-El-Khalick, Waters 和 Le 认为即使教师理解了科学本质并不一定能在教学上向学生传授正确的科学本质,这是因为有许多因素影响教师如何把科学本质的正确理解转化为教学实践,而其中一个重要的因素就是教师进行探究式科学教学的自信即教师的探究式科学教学自我效能感^[13]。Abd-El-Khalick, Waters 和 Le 认为一方面大部分科学教师并不真正理解科学本质,另一方面即使教师理解了科学本质并不一定能在教学上向学生传授正确的科学本质。这是因为有许多因素影响教师如何把科学本质的正确理解转化为教学实践。例如,教师的探究式科学教学自我效能感、教师对科学本质理解的自信、教师对学生科学探究兴趣的感知、教师对学生理解科学本质能力的感知。但有研究证据表明教师在课堂上外显地表达科学本质有助于学生获得科学本质观^[14]。

参 考 文 献:

- [1] 美国国家研究理事会. 美国国家科学教育标准[M]. 戴守志,等,译. 科学技术文献出版社, 1999:30.
- [2] Ko, E. K. The relationship between fifth grade students' Understandings about Evidence-Based Explanations and their Abilities to Develop Evidence-Based Explanations [D]. Unpublished doctoral dissertation. Illinois Institute of Technology, 2008, Chicago.
- [3] 教育部. 义务教育物理课程标准(2011版)[M]. 北京师范大学出版社, 2011.
- [4] 王岳. 国际教科书出版现状概观: 课程教科书改革之路[M]. 人民教育出版社, 2000:51.
- [5] Smolleck, L. D., Zembal-Saul, C., & Yoder, E.. The development and validation of the teaching of science as inquiry (TSI) instrument[J]. Journal of Science Teacher Education, 2006(2): 137-163.
- [6] 李西营,王柳苏,申继亮,胡卫平. 初中科学教师探究式科学教学自我效能感的影响因素研究[J]. 当代教师教育, 2015(9).
- [7] Smolleck, L. D., Zembal-Saul, C., & Yoder, E.. The development and validation of the teaching of science as inquiry (TSI) instrument[J]. Journal of Science Teacher Education, 2006(2): 137-163.
- [8] 邝丽湛. 教材评价的本质及其价值分析[J]. 教育研究, 2002(23).
- [9] 魏运华,李俏. 我国中小学教材研究述评[J]. 课程·教材·教法, 2007(8).
- [10] 辛涛,申继亮,林崇德. 教师自我效能感与学校因素关系的研究[J]. 教育研究, 1994(10).
- [11] 俞国良,辛涛,申继亮. 教师教学效能感结构与影响因素的研究[J]. 心理学报, 1995(27).
- [12] 李晔,刘华山. 教师效能感及其对教学行为的影响[J]. 教育研究与实验, 2000(1).
- [13] Abd-El-Khalick, F., M. Waters, et al. Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2008(7): 835-855.
- [14] Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. The influence of explicit reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2002(7): 551-578.

[责任编辑 丁 平]