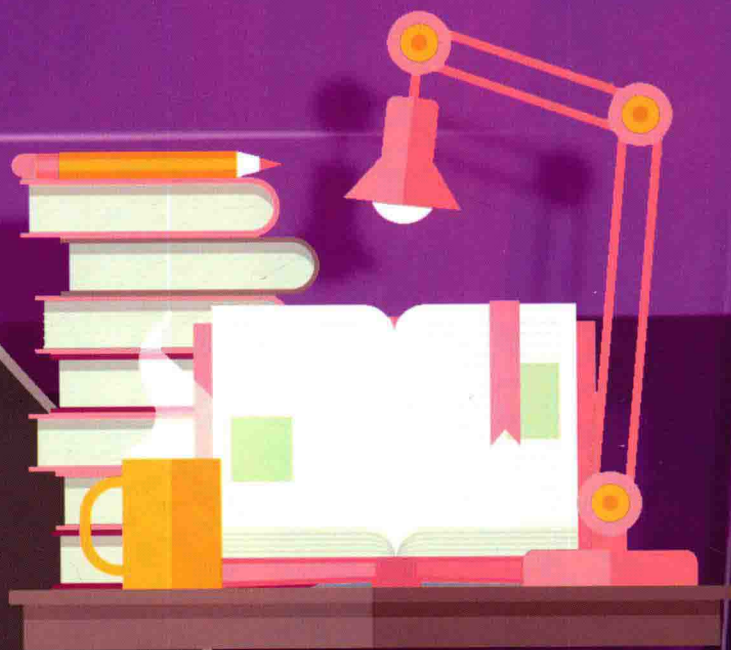


中学物理教师发展丛书

初中原始物理 问题教学研究

邢红军 主编



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY PRESS

中学物理教师发展丛书

初中原始物理问题教学研究

邢红军 主编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

初中原始物理问题教学研究 / 邢红军主编. — 北京: 中国科学技术出版社, 2016.10
(中学物理教师发展丛书)

ISBN 978-7-5046-7262-9

I. ①初 ... II. ①邢 ... III. ①中学物理课—教学研究—初中 IV. ① G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 254418 号

策划编辑 王晓义
责任编辑 王晓义 张津滔
装帧设计 七彩云
责任校对 杨京华
责任印制 徐 飞

出 版 中国科学技术出版社
发 行 中国科学技术出版社发行部
地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编 100081
发行电话 010-62173865
传 真 010-62179148
投稿电话 010-63581202
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 720mm×1000mm 1/16
字 数 350 千字
印 张 17
印 数 1—3000 册
版 次 2016 年 11 月第 1 版
印 次 2016 年 11 月第 1 次印刷
印 刷 北京玥实印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-7262-9/G·735
定 价 36.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

序

《初中原始物理问题教学研究》作为中学物理教师专业发展丛书的一部分，终于与大家见面了。作为本书的主编，我感到非常高兴。

原始物理问题教学理论的创生，既汲取了舶来教育理论，如杜威的经验组织原则、爱因斯坦的思维过程理论、哈肯的协同学理论、教育生态学等理论的有益营养，又扎根本土理论，如杨振宁“现象是物理学根源”的观点、林崇德思维品质理论等土壤之中，同时努力找寻两者之间的契合点。

原始物理问题教学理论创生，不仅要实现中外教育理论的融合，还要在此基础上有所创新，才能真正称得上是一种教学理论。为此，原始物理问题教学理论把物理现象与原始物理问题联系在一起，给出了原始物理问题的定义；在拉金四表征理论和邓铸表征态理论的基础上发展出自组织表征理论；依据自组织表征理论建立了原始物理问题测量工具，使得测验材料从习题上升到问题层面；通过建立原始物理问题表征影响因素结构方法模型，从而解释了原始物理问题表征的内部机制……凡此种种，都在我们力所能及的范围内体现出了在教育理论融合基础上的创新。

本书第一章择要选取了原始物理问题教学的相关理论，包括原始物理问题教学理论创生的来龙去脉、原始物理问题的表征理论、初中原始物理问题的测量工具等等，从而为读者阅读本书打下良好基础。

本书第二章给出了近年来我们编制的初中原始物理问题案例。这部分内容可能是初中物理教师最喜欢的内容。比如，人做一次俯卧撑要做多少功？这样的问题就是典型的原始物理问题。显然，与习题不同的是，原始物理问题是对现象的描述，题目中没有已知条件，解决问题所需要的已知条件需要学生自己去设置，这样就最大限度地培养了学生的能力。然而需要指出的是，原始物理问题教学并不仅仅局限于案例，而是要着眼于原始物理问题背后的东西，这才是原始物理问题教学最大的价值。

本书第三章是初中生解决原始物理问题的口语报告研究。在本书的这一部分，读者将会看到，运用原始物理问题的口语报告形式，可以非常准确地辨别出不同学生的物理能力，哪怕他（她）们之间的能力只有极其细微的差别，也可以辨别出来。这就在事实上为今后鉴别不同物理能力的学生提供了一种行之有效的方法。

本书第四章是运用原始物理问题测量初中生物理能力的研究。过去，我们在物理教学中测量中学生的物理能力时，常常采用物理习题的形式。而原始物理问题的

提出，则为测量中学生的物理能力打开了一扇新的大门。研究表明，通过原始物理问题，可以有效测量初中生的物理能力，这就为今后测量初中生的物理能力提供了一种新的方式。

本书第五章是运用原始物理问题测量初中生思维品质的研究。将思维品质与原始物理问题联系起来，可以视为笔者的研究团队在原始物理问题研究中的一个探索。为什么原始物理问题可以与思维品质联系起来？那当然是原始物理问题解决影响因素结构方程模型建构的结果。只有在理论研究的基础上，才可以顺理成章地进行有关运用原始物理问题测量思维品质的研究。

本书第六章是初中生解决原始物理问题与物理习题的比较研究。透过这一章的内容，读者将会了解到，原始物理问题与物理习题在哪些方面具有本质的不同，初中生在解决这两类完全不同的材料时，具有怎样不同的认知机制？在这个意义上，本章的研究同样会给读者带来不一样的启迪。

本书第七章是原始物理问题与科学推理能力的比较研究。在长期的研究中，我们一直希望了解的是，原始物理问题解决能力与科学推理能力到底有怎样的关系。读完本章，相信读者会有一个云开雾散的感觉。

原始物理问题教学理论是改革开放以来，我国物理教育领域涌现出来的具有鲜明本土化特色的教学理论。正是由于原始物理问题教学理论的出现，才使物理教育真正走出了题海战术的束缚，在这个意义上，原始物理问题教学理论就不止是一种物理问题解决理论，而是代表了一种新的物理教育观念、一种新的物理教育思想、一种新的物理教育方式、一种新的物理教育评价方式。因此，原始物理问题教学理论就成为一种创新的物理教育理论。

参与本书编写的作者有北京中医药大学陈清梅副教授，首都师范大学教育学院博士生胡扬洋，中国人民大学附属中学分校石尧老师，首都师范大学物理系硕士生刘烁、姚丽鹏、宗先汉，北京工业大学实验学校蔡晓华老师，北京教育学院朝阳分院附属学校高萍老师，北京十一实验中学李静老师，以及首都师范大学物理系本科生张晶。

在中学物理教师专业发展丛书的出版过程中，我们一直得到中国科学技术出版社王晓义编辑的大力支持，谨示衷心的感谢！

邢红军

2016年7月于首都师范大学物理系

目 录

第一章 原始物理问题教学基础理论	1
第1节 原始物理问题教学：一个本土化教学理论的创生	1
第2节 原始物理问题解决的自组织表征理论	12
第3节 初中原始物理问题测量工具编制研究	20
第4节 从习题到原始问题：物理问题表征研究的生态化历程	27
第5节 原始物理问题与“钱学森之问”的回答	32
第6节 初中生科学创造力发展的测评与启示	38
第二章 初中原始物理问题荟萃	44
第1节 初中定性原始物理问题荟萃	44
第2节 初中定量原始物理问题荟萃	47
第三章 初中生解决原始物理问题的口语报告研究	53
第1节 研究设计	53
第2节 口语报告的记录结果	55
第3节 对口语报告的分析	70
第4节 研究结论与建议	76
第四章 运用原始物理问题测量初中生物理能力的研究	80
第1节 引言	80
第2节 理论基础与研究	92
第3节 研究工具的编制	102
第4节 初中生物理能力测量	113
第5节 初中生物理能力测量结果分析	121
第6节 研究结论与综合讨论	133
第五章 运用原始物理问题测量初中生物理思维品质的研究	138
第1节 引言	138
第2节 文献综述	140
第3节 理论基础	144
第4节 研究设计与过程	148

第5节	测量工具的编制	149
第6节	测量结果与分析	156
第7节	研究结论与综合讨论	174
第8节	建议与反思	176
第六章	初中生解决原始物理问题与物理习题的比较研究	178
第1节	引言	178
第2节	文献综述	180
第3节	理论基础	183
第4节	研究设计与过程	187
第5节	研究结果分析	195
第6节	研究结论与综合讨论	215
第7节	建议与启示	216
第七章	初中生科学推理能力与原始物理问题解决能力的对比研究	218
第1节	引言	218
第2节	文献综述	219
第3节	研究设计与实验测量	225
第4节	测试结果分析	231
第5节	研究结论与建议	261

第一章 原始物理问题教学基础理论

第1节 原始物理问题教学：一个本土化教学理论的创生

纵览近代以来我国教学理论的发展历程不难发现，介绍与翻译的西方教学理论颇多。从凯洛夫的《教育学》到赞可夫的“发展性教学理论”，从布鲁纳的“结构课程理论”、布卢姆的“掌握学习理论”再到建构主义理论，可谓异彩纷呈。然而，当我们仔细考察国内的教学理论时却惊讶地发现，其中真正本土化的教学理论却“凤毛麟角”。人们不禁要问：“为什么我国缺少自己的教学理论？”

我们认为，这一窘境的出现滥觞于我国教学理论研究未能以本土教学中存在的症结为出发点。换言之，对于教学理论的构建，我们不应总将目光眷注于西方，醉心于舶来“先进理论”的译介，而是要直面我国教育教学自身存在的问题，才能创生出“有中国特色”的教学理论。

一、舶来教学理论的历史沿革

中华人民共和国成立初期，教育深受前苏联影响，因此这一时期的特点便是全面学习、移植苏联的理论，其中影响最大的当属凯洛夫的《教育学》。凯洛夫在《教育学》一书中从“教学过程”“教养与教学的内容”“学校教学的基本组织形式”“教学方法”“学生知识的测验方法和评定方法”五个方面，对“教学论”进行了论述，并提出“直观性”“自觉性与积极性”“巩固性”“系统性和连贯性”“教学的通俗性与可接受性”五条教学原则，使人们对教学理论形成了初步认识。

作为维果茨基“最近发展区”的践行者，赞可夫强调教学与发展的重要联系，认为教学不应等待儿童生理、心理的自然发展，而要积极依靠“正在成熟的机能”，创造“最近发展区”，使教学走在发展的前面。由此赞可夫提出了“发展性教学理论”，将儿童个性的发展作为教学过程的一般发展，并提出了五项新的教学原则：“以高难度进行教学”“在学习时高速度前进”“理论起主导作用”“使学生理解学习过程”“使

所有学生都得到一般发展”。“发展性教学理论”的提出帮助人们厘清了掌握知识与发展个性的易混淆之处，突出了教学的发展功能，但是过分强调对学生智育的关注，高难度、高速度原则的表述也容易引起误解。

当然，全面学习苏联的教学理论亦带来了一些不良影响。如：盲目排斥西方国家的教学理论，忽视学生的主体地位，缺乏对学生个性的培养等。

改革开放以来，大量西方教学理论被译介到国内，其中有代表性的如布鲁纳的“结构课程理论”以及布卢姆的“掌握学习理论”等。

布鲁纳以结构主义思想为指导，认为每门学科都有基本结构，即有内在规律性，掌握基本结构便可使学科知识容易理解。因此，不论教授什么学科，都必须使学生理解学科的基本结构，掌握学科的基本概念、基本原理和规律。据此，他提出了四条教学原则：动机原则、结构原则、程序原则、反馈强化原则。在教学方法上，布鲁纳提倡“发现学习”，要求学生在教师指导下，通过自己探索“发现”事物变化的因果关系及内在联系，获知原理，形成概念。“结构课程理论”对我国的教学产生了深远影响，直至今日，我国教科书的编排仍沿袭“结构课程理论”的思想。但是，发现知识的结构并不等同于掌握知识的结构，同时发现学习法在一定程度上否定了教师的作用，浪费了大量宝贵时间，使教学实践产生了混乱。于是，我国教育工作者又把目光投向了布卢姆的“掌握学习理论”。

布卢姆提出了以教育目标分类学为基础，掌握学习理论为核心的教学体系，把教育目标分为认知、情感和动作技能三个领域，每个领域按层次又进一步分为不同的类型。

布卢姆认为，只要给予足够的时间和适当的教学，几乎所有学生都可以对学习内容达到掌握的程度。因此，学生学习能力的差异不能决定他学习的好坏，而只能决定他达到该内容掌握标准所花费的时间。在此基础上，布卢姆提出了“掌握学习”理论，以班级授课制为基础，辅之以及时反馈，为学生提供个别化辅导，从而使大多数学生都能达到课程目标所规定的掌握标准。进一步，布卢姆将学习任务分成许多小的教学目标，将课程分成一系列小的学习单元，教师通过诊断性测验了解学生对任务目标的掌握情况，达到要求的学生即进行下一个单元的学习，而低于要求的学生则要重新学习，然后再次测验直至掌握，我国升级考试就一直沿用这个思路。但是，在教学实践中掌握学习却难于满足部分优秀生的学习需要而使其进步处于停滞状态。此外，掌握学习操作程序的设计偏重于知识与技能的掌握，对学生能力与创造性的发展却涉及不足。

在新一轮课程改革中，我国教育工作者将目光聚焦到了建构主义理论，将其标榜为“解决一切教学问题”的灵丹妙药。建构主义理论产生于建构主义心理学，强调知识的主观性，认为知识是对客观世界的解释与假设。“知识不是被动吸收的，而是由认知主体主动建构的”“知识在一定程度上能被传播，但传播的知识只有在它被重新构造之后，即得到了解释并且与学习者的已有知识联系起来，才在各种情

况下变得可用”。

在学习方法上,建构主义把学习看作是学生通过自主活动去建构知识意义的过程,认为知识不能简单地由教师传授给学生,必须通过学生主动地建构才能获得。因此,把教师视为意义建构的帮助者、促进者,而非知识的传授者与灌输者;学生则是信息加工的主体、是意义的主动建构者,而非外部刺激的被动接受者和被灌输的对象,提倡在教师指导下的、以学生为中心的学习。同时将“情境”“协作”“会话”和“意义建构”视为学习的四大要素。此外,建构主义还提出了支架式教学、抛锚式教学、随机进入式教学等诸多教学方法。

随着激进建构主义思潮在我国日趋膨胀,其批判、怀疑、解构的态度以一种偏激的、弥漫的形式渗透到教育学的各个领域,并且对教育教学实践产生了不良影响。

毋庸置疑,国外教学理论的引入对我们了解教学理论研究的动态,开阔视野,更新教育观念起到了积极作用。欣喜之余,我们也困惑于这些舶来理论的反复更迭,缺乏相对持久的存在性,予人一种“稍纵即逝”之感。这在一定程度上反映出,我国的教学实践对这些移植理论存在着“排异性”。同时,舶来理论走马灯式地频繁更替,也使我国沦为国外先进教学理论的试验场。可见,生搬硬套的西方教学理论不可能解决我国的教学问题。因此,创生我国自己的教学理论就势在必行。

如何才能创生出“土生土长”的教学理论呢?对此,美国社会学家默顿(Robert K. Merton)的中层理论可资借鉴。

中层理论指以元理论为依托,通过对具体事实经验进行理论提升而创造出的理论形态。^①它既非日常研究中大批涌现的微观操作性假设,也不是包罗一切解释教育教学行为的宏观理论,而是介于两者之间的桥接性理论,在它们之间起着承上启下的作用。概括而言,中层理论强调经验功能主义的重要性,希冀借助他国的元理论,结合本国的实践而生成新的理论体系。

汲取“中层理论”的菁华,我们对“西方教学理论”应持一种多元化、开放式的包容态度。既不能不加思索地全盘接受,亦不可不加分析地摈诸门外,而要在结合本土教学实践经验和认识自身不足的基础上,以扬弃的态度去直面这些西方元理论,对其进行创造性分析和诠释,最终孕育出适合我国教育教学实践的中层理论。

受此启发,我们以哈肯的协同学、杜威的经验组织原则、爱因斯坦的思维过程理论及教育生态学等国外先进的教育学、心理学理论为基础,以杨振宁“现象是物理学根源”的观点以及林崇德思维品质理论等本土教学理论为依据,以解决我国“题海战术”泛滥的现状为契机,创生出了“原始物理问题教学”这一带有浓厚本土化色彩的教学理论,并进行了相关实证研究,希冀为构建我国本土化的教学理论抛砖引玉。

^① 马多秀.构建中层理论:教育理论研究本土化的可能路径[J].湖南师范大学教育科学学报,2010,(4):23—26.

二、原始物理问题教学理论创生

(一) 原始物理问题的定义

长期以来,我国的物理教育已经形成了一种观念,认为物理教育主要就是演算,反映在教学层面上就是“题海战术”,而“题海战术”正是导致我国物理教育低效的根本原因。这是因为,习题没有物理现象作为背景,甚至完全脱离物理现象。也即是说,学生思维的一部分已经被习题编制人员“越俎代庖”地替代了。同时,习题教学存在着模式化倾向,缺乏物理思想分析,过于重视程序与计算、熟练与技巧。

实际上,物理学最重要的部分是与现象有关的,现象是物理学的根源。从这一基本思想出发,我们认为,解决我国物理教育低效的重要措施就是要通过引进原始物理问题,打破习题教学一统天下的局面,从而达到提高物理教育效果的目的。

所谓原始物理问题,是指对自然界及社会生活、生产中客观存在且未被加工的物理现象的描述;而习题则是把物理现象经过一定程度抽象后加工出来的练习作业。两者的关系如图 1-1 所示。

显然,习题教学“掐头去尾烧中段”,只侧重于图 1-1 虚线部分的演算、推导环节,致使学生只知道根据已知条件去解题,遇到实际问题则常常束手无策。相比而言,原始物理问题采用文字叙述的方式呈现物理现象,没有习题中给定的已知条件,需要学生根据提供的情境,通过假设等手段去自行设置,进而构造出理想的模型,再经过层层“抽丝剥茧”,方可使结论“破茧而出”。

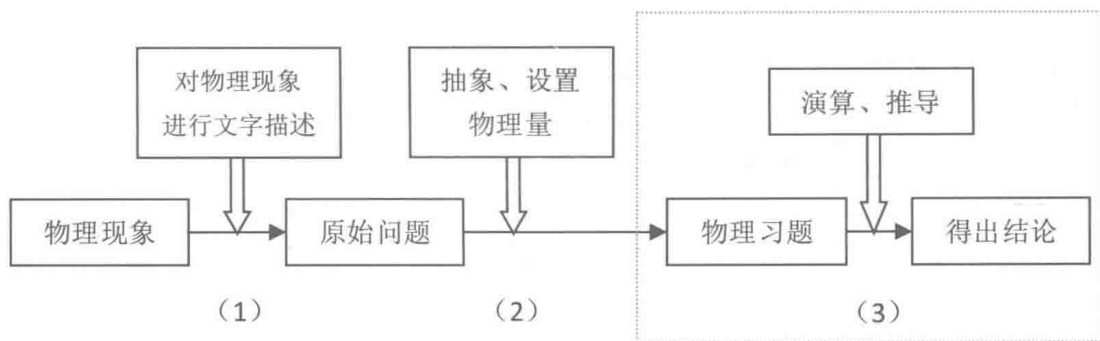


图 1-1 原始物理问题与习题的关系

比如,地铁列车在行驶过程中,乘客通过窗户可以看到隧道两侧的视频广告。请结合物理学知识解释,满足什么条件才能让乘客一直看到视频广告?这样的问题就是典型的原始物理问题。显然,与习题不同的是,原始物理问题是对现象的描述,题目中没有已知条件,解决问题所需要的已知条件需要学生自己去设置,这样就最大限度地培养了学生的能力。

(二) 原始物理问题表征理论

对于物理问题解决的表征过程, 麦克德莫特和拉金曾将其分为四个步骤, 即文字表征、朴素表征、物理表征和数学表征。^① 在国内, 邓铸提出了物理问题解决的表征态理论 (representative state theory), 认为物理问题的解决是一个问题表征状态不断变化过程, 这种变化经历了六个表征状态: 无表征状态、外部表征状态、初级内部表征状态、低级范畴性表征状态、高级范畴性表征状态和符号化表征状态。这些表征状态未必按照某种确定的顺序出现, 而是形成多种不同的变化模式。^② 这一理论是四步骤表征理论的发展, 但存在着内涵模糊的问题, 须进一步完善。

我们以协同学理论为基础, 采用生态心理学的研究取向, 将原始物理问题作为研究对象, 把问题解决的因果联系从单一性向多样性过渡, 从确定性向不确定性过渡, 从线性向非线性过渡, 从知识贫乏领域向知识丰富领域过渡, 认为“问题解决是问题解决者对问题表征状态的自组织过程, 具有非线性、突变性和自我组织性的特征”, 进而提出了原始物理问题解决的自组织表征理论 (Self Organization Representative Theory), 简称 SORT。^③

SORT 认为: 问题解决是一个连续与突变相结合、独立与关联相结合、控制与自发相结合、协同与竞争相结合、必然与偶然相结合的过程。依据 SORT 的理论内涵, 我们进一步提出了 SORT 的表征层次包括抽象表征、图像表征、赋值表征、物理表征、方法表征以及数学表征 (详见本章第 2 节)。

(三) 原始物理问题测量工具

在自组织表征理论建立的基础上, 结合中学生的认知水平, 我们总结了原始物理问题的取材来源, 确立了理论性、生态性、探索性、开放性、趣味性的编制原则, 从而把握了原始物理问题测量工具的编制方向。鉴于一个优秀的测量工具除了具有较高的生态效度外, 还要有合理的评分标准, 我们又提出了“主观试题客观评分”的观点, 按照抽象、图像、赋值、物理、方法、数学六种表征, 拟定出评分标准: 完成一个表征得 1 分, 未答出或未答全则不给分, 从而将主观试题评分变成客观评分。由此, 我们分别编制了初、高中原始物理问题测量工具并进行了测试 (如图 1-2 所示)。数据分析表明, 两个测量工具不仅具有较高的信度与效度, 而且能有效测量中学生解决物理问题的能力。^④

① 麦克德莫特 J, 拉金 J H. Re-representing textbook physics problems. In: Proceedings of the 2nd National Conference of the Canadian Society for Computational Studies of Intelligence. [M]. Toronto: University of Toronto Press, 1978: 156—164.

② 邓铸. 问题解决的表征态理论与实证研究[D]. 南京师范大学博士学位论文, 2002: 107.

③ 邢红军. 自组织表征理论: 一种物理问题解决的新理论[J]. 课程·教材·教法, 2009, 29(4): 60—64.

④ 《初中原始物理问题测量工具》见本章第 3 节。《高中原始物理问题测量工具》见邢红军. 高中原始物理问题教学研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2016.

初中原始物理问题测量工具 1. 抬箱上楼问题 2. 估算地球大气层的重量 3. 计算压力锅气压大小 4. 游泳池里的小船	高中原始物理问题测量工具 1. “瓦萨”舰翻倒 2. 篮球落地 3. 电风扇阴影 4. 飞机的感应电动势 5. 轮船减摇
--	---

图 1-2 初、高中原始物理问题测量工具

原始物理问题测量工具的 Cronbach α 系数为 0.913。在此基础上,又计算了当某一项目被删除后项目与总测验之间的相关系数以及 Cronbach α 系数。数据表明,所有修正的项目与总测验之间的相关系数以及 Cronbach α 系数均小于项目未被删除时的值,说明测验中的每一个表征状态都是必要的,表明测验工具具有较高的内部一致性。如表 1-1。

表 1-1 测量结果

项目	1	2	3	4	5	6
因素负荷	0.755	0.760	0.818	0.892	0.898	0.879

(四) 原始物理问题表征影响因素

目前,问题解决研究的取向表现在以信息加工心理学为理论基础、崇尚精确的实验设计,认为问题解决过程中心理现象的联系是线性和决定性的,但这一研究取向在知识丰富领域却缺乏较高的效度。随着当代认知心理学研究的不断深入,逐渐凸显出对认知现象的回归,生态化趋势愈发明显。由此,我们选取了知识丰富领域的原始物理问题,运用问卷调查法及测验法,整合性地分析中学生解决原始物理问题的影响因素,以期对原始物理问题解决的研究有所启迪。

基于前人的研究结果和研究特点,我们首先提出原始物理问题解决影响因素的假设:① 物理知识;② 物理方法;③ 思维深刻性品质、灵活性品质、独创性品质和批判性品质。由此组成了中学生解决原始物理问题的六个影响因素。

进一步,我们借助高中《原始物理问题测验工具》以及《原始物理问题解决影响因素问卷》,采用结构方程模型 (Structural Equation Modeling, SEM) 分析的方法,利用 AMOS4.01 软件分析了各思维品质、物理方法、物理知识和物理成绩之间的关系,检验原始物理问题解决影响因素的假设模型。结果如图 1-3。其中 X1-10 代表物理知识;X2-10 代表物理方法;X3-10 代表深刻性;X4-10 代表灵活性;X5-10 代表批判性;X6-10 代表独创性。

结果显示,模型的 RMSEA 值小于 0.08,拟合结果可以接受。CFI 和 NNFI (TLI)

大于 0.95, 表明模型拟合得较好。从而验证了原始物理问题解决影响因素的假设模型。^①

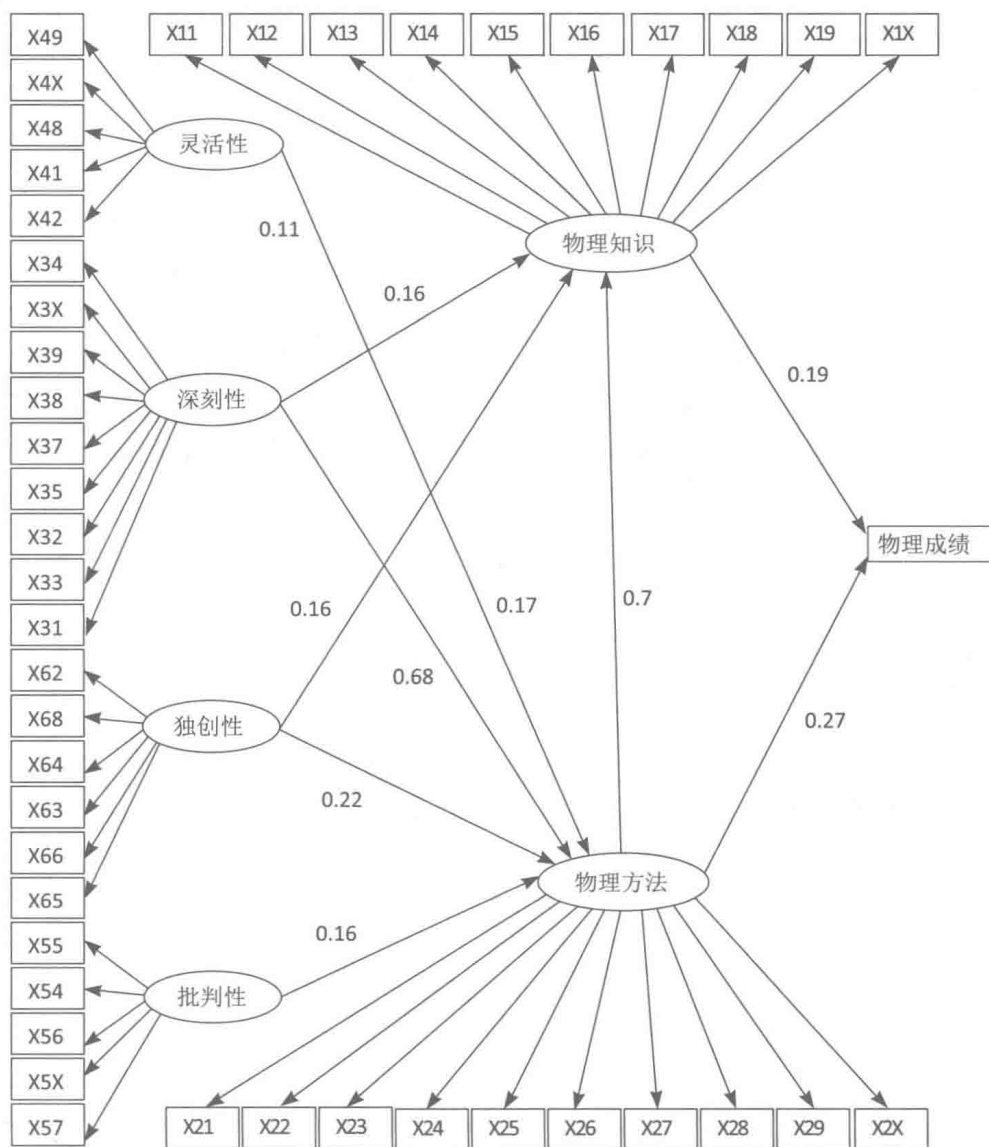


图 1-3 结构方程模型结果

(五) 原始物理问题解决认知机制

在物理问题解决研究中, 认知加工方式是一个重要领域。我们通过分析认知加

^① 邢红军, 罗良, 林崇德. 物理问题解决的影响因素研究[J]. 课程·教材·教法, 2012(6): 91—96

工理论的发展历程与实证研究,发现物理习题解决属于数据驱动加工,而原始物理问题解决属于概念驱动加工。从数据驱动加工到概念驱动加工的转变,标志着物理问题解决认知方式的进化,这为物理问题解决研究提供了有益的启示。^①

为了进一步厘清原始物理问题解决的认知机制,我们运用原始物理问题测验工具进行了中学生解决原始物理问题的口语报告研究。结果显示:学生成绩的直方图呈双峰分布,其中17名学生处于高分峰内,29名学生处于低分峰内,4名学生处于高分峰与低分峰之间的临界区域。研究还发现,中学生在原始物理问题解决过程中的认知存在着临界慢化与临界涨落现象。所谓临界慢化是指系统在转变区对扰动的反应与在稳定区的反应相比变慢了;临界涨落是指系统在转变区时某一个涨落会突然变得格外大。统计数据显示:中学生解决原始物理问题的思考时间远远大于解答物理习题的思考时间;高分峰内学生解答每个原始物理问题时的平均临界涨落次数为1.53,低分峰内学生的平均临界涨落次数为0,临界区域学生平均临界涨落次数为0.75,高分峰内学生的平均临界涨落次数要明显多于低分峰和临界区域学生的平均临界涨落次数。换言之,中学生解决原始物理问题的关键思路往往是以突变形式产生的。

(六) 原始物理问题教学实践

鉴于原始物理问题在培养学生思维品质方面的独特功效,我们选取北京市某市级示范高中一年级学生为被试,进行了为期半年的教学实验。实验由两个随机等组组成。其中,实验组接受原始物理问题干预,对照组不给予任何干预。实验后两组同时进行后测,最后对测验结果进行比较分析。

实验结束后,我们使用“原始物理问题测验工具”,对实验班和对照班学生进行测试。结果显示,经过干预,实验班在原始物理问题各个表征的得分都高于对照班,并达到了显著性水平,说明原始物理问题教育干预对提高学生的物理问题表征水平具有显著效果。

运用“思维品质问卷”,测查了实验班和对照班的学生思维品质。^② 结果发现,经过干预,实验班与对照班学生在思维品质的深刻性、独创性和灵活性上均有显著性差异,说明运用原始物理问题培养学生的思维品质是一条行之有效的途径(表1-2)。

表 1-2 干预后实验班与对照班思维品质得分统计检验

思维品质	深刻性	独创性	批判性	灵活性
<i>T</i> 值	2.28	2.01	1.76	2.52
显著性水平	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P > 0.05$	$P < 0.05$

① 邢红军.从数据驱动到概念驱动:物理问题解决方式的重要转变[J].课程·教材·教法,2010(3):50—55.

② 邢红军,刘利.物理教学促进中学生思维品质的发展研究[J].课程·教材·教法,2013(7):97—102.

中学生解决原始物理问题后的感受从另一个侧面说明了原始物理问题的教育价值。“自己在学习过程中虽然具备了较为扎实的物理知识,却缺乏对其深刻的理解和基本的应用能力,在解题中只会生搬硬套物理公式,知其然而不知其所以然。因此,对于今天遇到的这些没有数据的原始物理问题便一头雾水,不知从何下手。然而问题如此地贴近生活,使我产生了一种去解决实际问题的欲望,令我在解决问题的过程中努力品味题目中巧妙设置的隐含条件,提炼能用、实用、好用的物理学模型,并投入到最后的运算中。当然,最美的还是享受解决问题的喜悦,这种喜悦不仅是因为解决了一道物理题,更主要的是,自己苦学多年的物理知识终于能应用到解决实际问题上”。^①

原始物理问题教学独特的理论品味,使得它还具有较好的普适性和迁移性。原始问题教学不仅适合物理教学,而且适用于化学、生物和地理等科学学科。目前,在中国知网上已经能够查询到原始化学问题教学、原始生物问题教学等期刊论文与硕士学位论文。这就使得原始物理问题教学理论走出物理教学的局限,进入到科学教学领域,从而使得原始问题教学能够成为一种本土化的教学理论。

三、本土化教学理论创生的启示

当今世界文化格局主要存在三种取向,以欧洲大陆为代表的西方传统文化,以北美为代表的西方现代文化和以中国为代表的东方传统文化。由于文化与教育存在着密切联系,所以文化差异就成为一个国家教育区别于其他国家教育的重要因素。我国教育深深根植于中国传统文化之中,具有独特的风格与特殊的价值,这是西方教育所不能替代的。因此,我们有必要着力打造具有中国特色的教育教学理论,并在世界教育潮流中发挥重要影响。回顾创生原始物理问题教学这一本土化教学理论的心路历程,可以得到以下启示。

(一) 关注我国自身的教学问题:本土化教学理论创生的逻辑起点

国外日新月异的教学理论撩动着人们的眼球,“他山之石可以攻玉”的外烁亦成为教学研究的导向。放眼望去,比较教育、教育翻译俨然成了教学理论研究的主流,甚至有人将外文翻译等同于教育教学研究,致使我国教育界几近为国外教育理论所侵占。进一步分析,舶来理论的喧宾夺主与我国根深蒂固的“拿来主义”思潮有着密切的联系。不容否认,“拿来主义”的确打破了教育教学理论“闭关锁国”的桎梏,但却又将我国教育教学研究推向了另一个极端,使人们习惯于直接运用他国的先进理论,而较少洞察我国教育教学中的不足。然而,舶来理论是基于外域问题研究而创生的理论,本身就远离我国本土教学实践,久而久之便造成了教育元理论与本土教学实践的割裂,从而导致我国教学理论研究脱离本土实践的窘境。直言不讳

^① 邢红军,陈清梅.论高考物理能力理论与命题导向[J].课程·教材·教法,2007(11):63—68.

地讲,这是当今我国教育界浮躁情绪的具体写照,这种状况亟待改变。

众所周知,新理论的诞生大都是为了解决某一种或某一类问题,往往有着特殊的历史背景,并扎根于它生长的沃土,一旦脱离孕育的土壤就会水土不服。因此,欲使教学理论保有强大的生命力,并与我国教学实际相融洽,就必须从我国教育教学自身存在的突出问题出发。

何谓我国教育教学中的突出问题?显然,就是题海战术。长期以来,我国教育教学逐渐形成了以习题为核心的教学模式,包括中考、高考在内的各种考试,无不充斥着大量的习题。为了应付高考,高三学生甚至花费整整一年时间进行习题训练,并且这种状况已经成为一种教育常态。

传统观点认为,问题表征是问题解决者构建问题的心理结构,是内在的知识、结构和神经网络。但近年来的研究发现,问题的呈现方式、问题情境的成分和结构也对问题解决行为具有独立的指导、约束或决定作用,因此可以把问题表征划分为外部表征和内部表征。^① 根据外部表征和内部表征的特点,原始物理问题解决中的抽象表征、赋值表征与图像表征是外部表征,而物理表征、方法表征和数学表征则是内部表征。由于习题解决只包含内部表征,不包含外部表征,而且缺乏内外表征之间的相互作用,因此,运用习题训练就只能达成学生能力培养的一部分而非全部,这就从根本上解释了为什么题海战术盛行但仍会导致学生高分低能的原因。

事实上,原始物理问题教学理论创生的初衷并不是为了单纯地建立理论,而是要解决我国教育教学中真实存在的问题,进而水到渠成地形成相应的理论体系。因此,教学理论的创生必须要增强本土问题意识,加大对本土教育现实的关注,以研究本土教育问题和改善本土教学实践为价值取向。只有深入到教学一线,洞悉教育教学中的问题并深入挖掘背后的根源,才能找出破解症结的有效策略,这正是本土化教学理论创生应有的逻辑起点。

(二) 实现中外教学理论的融合:本土化教学理论创生的研究取向

洞察我国教育教学中存在的不足,仅仅是创生本土化教学理论的出发点,还须找到相应的突破方向。

无论从历史还是现实来看,西方教学理论业已成为我们进行教育教学研究的元理论。然而这些元理论往往疏离一线教学实际,无法消解我国现实教学中的问题。而一般的教学案例虽细致入微,但缺乏整体概括性,难以推广、迁移。因此,在西方元理论与我国本土实践之间构建中层理论的思路,可以有效缓解舶来理论与本土实践之间的疏离与对峙。也就是说,虽然目前我们较难在教育元理论层面实现本土化,但可以借助对西方元理论的解读与延伸,实现教学理论研究本土化的突破,原始物理问题教学理论正是在这一取向生长出来的。

① 邓铸,余嘉元.问题解决中对问题的外部表征和内部表征[J].心理学动态,2001(3):193—200.