

中学物理教师专业成长系列丛书

高等师范理科 创新教育的理论与实践

王力邦 ◎ 编著



科学出版社
www.sciencep.com

中国教师教育学会 中国教师教育学会 中国教师教育学会

高等师范理科 创新教育的理论与实践

王竹平 主编

中国教师教育学会 中国教师教育学会 中国教师教育学会

中学物理教师专业成长系列丛书

高等师范理科 创新教育的理论与实践

王力邦 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是“高等师范院校如何面对新一轮基础教育课程改革”这一课题的研究成果。全书共分两篇。理论篇共四章,探讨创新与创新教育的内涵、科学研究的实践方法和逻辑方法、科学研究中的非逻辑思维与创新技法,以期读者对创新教育相关的理论有一些了解;实践篇共三章,围绕“高等师范的理科生——未来学校的理科教师应当怎么做才能成为学生创新学习的促进者、创新教育教学的研究者以及创新教育课程的建设者”这一主题来展开,以期读者通过一些案例的学习以及相应的练习与思考,能够在学校里实施创新教育教学。

本书可作为高等师范院校数学、物理、化学、生物、地理等专业的本科生、研究生的教材和参考书,也可供大、中学校理科教师和教育教学研究者参考。

图书在版编目(CIP)数据

高等师范理科创新教育的理论与实践/王力邦编著. —北京:科学出版社, 2010

中学物理教师专业成长系列丛书

ISBN 978-7-03-026606-4

I. ①高… II. ①王… III. ①理科(教育)-课程-创造教育-教学研究-中学 IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 017465 号

责任编辑:窦京涛 / 责任校对:陈玉凤
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 2 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010 年 2 月第一次印刷 印张:12 3/4

印数:1—2 000

字数:255 000

定价:19.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

自国家有关文件把“创新能力”和“实践能力”作为大学生素质教育的两个重点以来,很多高校提出创新教育的口号,安排名目甚多的创新评比、竞赛活动.应当说,这些口号和活动,的确引起了广泛的关注,也或多或少收到了培养学生创新意识、创新兴趣和创新能力的效果.但由于缺乏创新教育理论的指导,目标不明或者不切实际,往往流于形式,或者收效甚微,学什么、怎样学……一系列问题,常常引起争论,也使许多教师畏葸不前.

王力邦教授根据自己多年在高等师范院校从事科学史和科学方法论教学与研究的体会,凭借与师范院校理科本科生、研究生和进修生的交流所得,编写了《高等师范理科创新教育的理论与实践》一书.该书的理论篇讨论了创新教育的内涵,介绍了科学研究的实践方法、逻辑方法、非逻辑思维与创新技法,这些内容正是我们高等师范院校的学生需要了解和掌握的理论知识.该书的实践篇则从理科教师专业成长的角度,阐述了怎样做学生创新学习的促进者、创新教育的研究者和创新教育课程的建设者.

通读这本教材,我认为它有两大特色:

第一,理论联系实际.理论篇中,不仅在论点、论据和论证方式上联系理科教师所熟知的内容,而且配以思考题,让读者能深入思考;实践篇中,提供典型案例并配以训练的练习与思考题,让读者结合自己所学专业,对照提供的案例身体力行.

第二,突出了师范性.整本书是从理科教师在创新教育活动中应当知道些什么、应当扮演什么样的角色等去设计课程内容的.教师首先是一个学习者,因此,设计的思考题和训练题首先要求教师去思考、去动手做;教师在创新教育活动中又是学生学习的促进者,是怎样施教的研究者,是为创新学习内容和学习方式添砖加瓦的建设者.从这个意义上讲,该书体现了师范性这一特色.

应该说,创新教育理论的构建和创新教育课程的设计与实施在我们高等师范院校还处于探索阶段,还很不成熟.王力邦教授自己也意识到问题的严峻,但他说:该做的事总得有人去做.因为在工作实践中,年轻的理科教师有这方面的需求,该书能够起到抛砖引玉的效果,他甘愿冒一定的风险.

据了解,王力邦教授用他书中的理论和方法去指导他的研究生,得到了学生们很

高的评价,取得了很好的教学效果.为此,我诚挚地向各高等师范院校学理科的同学推荐此书.

封小超^①

2009年3月31日

^① 封小超,男,教授,原四川师范大学校长,现全国高等物理教育研究会副理事长,出版专著10余部,发表学术论文40余篇,享受国家政府津贴.曾荣获全国优秀教师、首届曾宪梓教育基金二等奖等,是四川省有突出贡献的物理教育研究学术带头人.

前 言

基础教育课程改革对每一位中学理科教师提出了很高的要求,尤其是要求在新课程的教育教学活动中,能用创新教育的理论,指导具体的理科教育教学实践。

创新教育理论涉及创新与创新教育的内涵、科学研究的实践方法、逻辑的与非逻辑的思维方法,还有创新技法。了解和掌握这些基本的理论知识,并结合其中的案例进行思考,应当成为我们在中学理科教育教学中实践创新教育之前的一个学习过程。

作为中学理科教师,在基础教育课程改革深入开展的今天,应当努力使自己成为学生创新学习的促进者、创新教育教学的研究者,以及创新教育课程的建设者。这就需要了解那些勇于创新的老教师们是怎样呵护学生的创新意识、引导学生开展创新活动的;是从哪些方面着手本学科的创新教育教学研究的;是怎样通过课程管理体制的改革进行创新课程建设的。学习人家成功的经验,并在自己工作的学校去努力实践,这会使我们少走一些弯路。

本书力求用浅显易懂的文字阐述创新教育的相关理论;用生动具体的案例帮助读者进一步思考。愿已经是和即将是中学理科教师的年轻读者,能够通过其中提供自我训练的练习与思考题,去身体力行。我们会通过自己的思考和亲身体验获得专业的成长,探索出更切合实际的创新教育实施的办法来。

创新教育的理论与实践,需要众多学科知识和众多学者的参与,更需要中学理科教育教学第一线老师们的参与。为此,我们真诚希望得到来自各方面的批评和建议,使本书更趋完善。

编 者

2009年6月

目 录

序 前言

理 论 篇

第一章 创新与创新教育的内涵	3
第一节 何谓“创新”?	3
一、科学思想的发展	3
二、科学方法的发展	7
三、对“创新”的简单界定	10
第二节 关于创新教育	11
一、“创新教育”概念的界定	11
二、创新教育的主要内容	12
思考题	15
阅读材料 1	15
阅读材料 2	17
第二章 科学研究的实践方法	19
第一节 科学观察与科学实验	19
一、学习科学观察和科学实验方法的重要意义	19
二、观察与实验都必须遵循一定的原则和程序	22
三、创新能力强者在观察与实验中的种种表现	23
第二节 实地调查	24
一、实地调查的原则	24
二、实地调查前的准备	26
思考题	28
阅读材料	28
第三章 科学研究的逻辑方法	33
第一节 比较与分类	33
一、比较	33
二、分类	36
第二节 类比与假设	38
一、类比	38

二、假设	39
第三节 分析与综合	41
一、分析	41
二、综合	42
三、分析与综合的辩证关系	44
第四节 归纳与演绎	45
一、归纳	45
二、演绎	49
三、归纳与演绎的关系	51
第五节 科学抽象与概括	52
一、科学抽象	52
二、概括	54
第六节 模拟与论证	55
一、模拟	56
二、论证	59
第七节 数学思维方法	61
一、关于数学思维	62
二、数学思维方法简介	64
第八节 唯物辩证法	68
一、关于辩证唯物主义	68
二、唯物辩证思维方法在科学研究中的重要作用	69
三、做一个自觉的辩证唯物主义者	70
思考题	71
阅读材料	72
第四章 科学研究中的非逻辑思维与创新技法	75
第一节 想象	75
一、想象——科学理论的设计师	75
二、想象的特征	76
三、想象方法	77
第二节 直觉与顿悟	78
一、直觉与顿悟的特征	78
二、直觉与顿悟能力的培养	79
三、直觉与顿悟方法简介	79
第三节 发散思维	80
一、从逆向思维说起	80
二、关于发散思维	82

第四节 美学方法	83
一、关于实用美、形式美和形象美	83
二、关于科学美	84
三、科学家们都具有强烈的审美感受和对美的追求欲望	86
四、美学方法举例	86
第五节 关于创新技法	89
思考题	93
阅读材料 1	93
阅读材料 2	96

实 践 篇

第五章 做学生创新学习的促进者	101
第一节 让观察与记忆插上想象的翅膀	101
一、观察与想象	101
二、记忆与想象	104
第二节 让阅读与发散思维、聚敛思维相结合	108
一、阅读能力的培养是学会学习的基础	108
二、让阅读与发散思维、聚敛思维相结合	110
第三节 让研究性学习真正成为新课改的亮点	113
一、从上海 2001 年高考理科试卷说起	113
二、让研究性学习真正成为新课改的亮点	114
三、练习与思考	118
第四节 让学生的课外活动更加丰富多彩	119
一、中学生课外活动典型案例简介	120
二、练习与思考	127
阅读材料 1	128
阅读材料 2	132
第六章 做创新教育的研究者	136
第一节 寓科学史与科学方法教育于学科教育	136
一、关于科学史教育作用的研究	136
二、关于科学方法教育方面的研究	140
第二节 原始科学问题与开放性问题设计	144
一、抽象问题与原始问题	144
二、封闭性问题与开放性问题	145
三、问题设计案例	147
四、练习与思考	150

第三节 科技活动与创新教育	150
一、问题的提出	150
二、科技活动的创新教育目标	151
三、实验设计、制作与创新	152
四、练习与思考	153
第四节 STS 教育与创新教育	154
一、从对 STS 教育的背景研究所获得的启示	154
二、练习与思考	157
阅读材料	158
第七章 做创新教育课程的建设者	160
第一节 把研究性学习作为课程来建设	160
一、江苏省太仓高级中学研究性学习课程设计简介	160
二、从江苏省太仓高级中学的课程设计所引发的思考	164
三、练习与思考	167
第二节 STS 教育课程是创新教育课程	167
一、STS 教育课程的背景与内容	167
二、STS 教育课程是创新教育课程	171
三、练习与思考	172
第三节 把学生课外活动当作创新教育课程来建设	173
一、从“照着说和做”到“接着说和做”	173
二、让文体活动充满创意合作	175
三、练习与思考	179
第四节 创新能力测试与评价	179
一、关于创新能力的基本层次划定及测试目标编制	179
二、关于实践创造力测试命题及相关的案例	181
三、练习与思考	186
阅读材料	187
主要参考文献	190
后记	191

理 论 篇

- 创新与创新教育的内涵
- 科学研究的实践方法
- 科学研究的逻辑方法
- 科学研究的非逻辑思维与创新技法

我们处在一个充满希望和挑战的时代.在这样一个时代,要使我们中华民族屹立于世界民族之林,就必须不断提高我们的综合国力.而能否迎接未来的挑战,关键在于能否培养出大批有知识创新和技术创新精神的人才.因此,学校作为知识创新、传播和应用的主要基地,在培养创新人才方面肩负着特殊的使命.

《中国青年报》曾经在该报相当显著的位置上刊载了这么一段话:

教育,是标示一个民族、一个国家未来的摇篮,每一个能够作用于这个摇篮的人,都应该想一想,怎样“摇”,才有民族的未来?

面对这个严肃的问题,作为未来的中学理科教师,我们应当思考,如何用创新教育的理论武装自己,以便将来在中学理科教育教学的实践中,运用这些理论,实施创新教育.

第一章 创新与创新教育的内涵

“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。”可以说,当代经济的竞争,其核心就在于“创新”;当代科学技术的竞争,其实质也在于“创新”;而当代教育与人才培养的竞争,其目标还在于“创新”。因此,培养具有创新精神和创新能力的高素质人才,是时代赋予教育的重任,也是我们实施“科教兴国”战略的出发点。作为未来的中学理科教师,我们需要了解:何谓“创新”,何谓“创新教育”。

第一节 何谓“创新”?

创新,从字面理解:创,即开始;新,即过去所没有的。而要深刻理解创新的内涵,需要我们从历史的角度审视科学思想和科学方法发展的历程。

一、科学思想的发展

我们可以从科学新概念的不断涌现、科学世界观的新概括、科学与社会关联的新观念、科学家思想行为规范几个方面来剖析科学思想的发展。

1. 关于科学新概念

近 200 多年间,科学家们通过一代又一代艰苦卓绝的探索,建构起许多科学新概念,如转化、进化、演化、统计、对称、自组织、系统、反馈与控制、信息、远离平衡态、耗散结构、混沌、协同、不可逆,等等。它们在各门学科的理论中起到举足轻重的作用,也深刻地反映出科学思想的继往开来。

仅以“转化”为例:

从 18 世纪末到 19 世纪前半叶,人们在研究热力学、生物学、化学、电磁学的过程中,获得一系列重大发现,从而达成一种共识,即:自然界中各种现象之间存在着普遍联系,亦即各种运动及相应的能量之间相互转化。这样,转化就成了当时科学界关注的重要概念。转化概念的建立,既有英国科学家戴维的冰块摩擦实验对“热质说”的否定(1799 年),又有意大利科学家伏打发明电堆对“生物电”研究的拓展(1800 年),还有德国科学家塞贝克发现“温差电”现象(1821 年)和法国科学家珀耳帖发现“温差电逆效应”现象(1834 年)是对电与热相互转化的验证;既有英国科学家焦耳十多年不懈地测定热功量(1837~1849 年)和俄国科学家黑斯(G. H. Hess, 1802~1850)提出化学反应释放的总热量恒定(1840 年)是对传统定性研究的超越,又有德国科学家迈尔把“自然力的转化与守恒”推广到生物机体(1854 年)和德国科学家亥姆霍兹发表《论力的守恒》(1847 年)是把“转化与守恒”研究引向深入,还有丹麦科学家奥斯特发

现电流的磁效应(1820年)和英国科学家法拉第发现电磁感应现象(1831年)是对电与磁相互转化的探索;既有德国科学家克劳修斯用热力学第一定律的微分方程对“转化与守恒”进行定量描述(1850年),又有英国科学家汤姆逊给能量概念精确定义(1853年)和苏格兰科学家兰金把“力的守恒原理”改为“能量守恒原理”(1855年)是对“转化与守恒”的理论概括……^①

2. 科学世界观的新概括

科学发展到一定的历史阶段,人们常常以哲学的形式来概括对世界的认识。比如:自然界是物质组成的;物质在量上和质上是不灭的;物质永恒运动着;物质世界呈现多样性;物质世界具有统一性;吸引和排斥永恒存在且相互转化;世界的事物是在发展变化中,且相互联系着;人和自然应当协调发展;结构与功能是统一于系统中的两个基本属性;等等。这些就是科学发展的不同时期,人们的科学世界观的新概括。

仅以“人和自然应当协调发展”为例:

人类社会进入20世纪70年代,科学发展已经呈现既高度分化又高度综合的态势。

从技术层面来看,人类进入20世纪70年代,一大批在现代最新科学研究成果基础上迅速发展起来的高技术相继崛起,并最终形成了以电子信息技术为先导,以新材料技术为基础,以新能源技术为支柱,沿微观领域向生物技术开拓,沿宏观领域向海洋技术与空间技术扩展的一大批相互关联、成群成族的高技术群落。

正是一大批高技术群落的兴起,使人类社会发生了翻天覆地的变化。

然而,科学与技术相结合,并不仅是造福于社会,也有祸害社会的一面。面对愈演愈烈的环境污染,人们开始反思自身的行为。

1968年4月,来自意大利、瑞士、德国、日本、土耳其、印度、伊朗等国家的30位专家,包括教育家、人类学家、经济学家,他们聚会于罗马科学院,热烈讨论人类当前和未来的困境,成立了一个非政府之间交流的国际性组织——罗马俱乐部。1972年,罗马俱乐部发表了第一份研究报告——《增长的极限》,该报告用大量事实说明了人类生产生活方式对我们生存环境的影响,首先提出“可持续发展”的主张,即:人类生活水平的提高不能以环境恶化为代价;人类的发展不能超过自然的承载能力;我们必然改变利用自然的方式,以便能持久、稳定地发展下去。

此后,专家们从资源匮乏、环境污染、人口爆炸等问题,分析生态危机和社会的不稳定,让更多的人意识到:人类应当以自然、和谐的方式从事活动,以实现自然资源与生态环境的、经济与社会的可持续发展。于是,便形成了“人和自然应当协调发展”的科学世界观。

3. 科学与社会关联的新观点

科学技术的社会化带来了新观念,我们可以联系改革开放30年来,在我们工作与生活中的一些提法。比如,科学技术是第一生产力、可持续发展、信息时代、地球村、

^① 文中下注有圆点的词汇,可以理解为转化概念建立过程中科学家们的工作建树。

生态平衡、科教兴国等。

让我们来回顾科教兴国这一新观念的形成过程。

科,这里指科学与技术。科学的任务是认识自然和社会,运用概念、范畴、定律、原理等思维形式去揭示自然和社会的本质与规律,主要回答自然和社会的事物本身“是什么”、“为什么”等问题,并不直接解决人类对自然和社会究竟要“做什么”与“怎么做”的问题。技术的任务则是改造和控制自然与社会。科学要转化为生产力必须以技术为中介。

20世纪70年代以来,高科技的发展使人类社会的经济结构发生深刻而剧烈的变革。邓小平同志基于20世纪科学技术在现代经济生活中的重大作用,对当代经济社会发展的新趋势和新经验作出新的概括,提出科学技术是第一生产力,这一提法大大丰富发展了马克思主义。到了1990年,联合国一研究机构提出“知识经济”的概念。按照世界经济发展与合作组织(OECD)的说法:当今世界,知识以各种形式在经济发展过程中起着关键的作用。那些有效地开发和管理他们知识资产的国家发展得更好,拥有更多知识的企业比知识少的企业在整体上运行得更好,具备更多知识的个人得到收入比较丰厚的工作……这就是知识经济。这里,知识就是对科学技术的理解和掌握。传统的经济理论仅把劳动力、土地、材料、能源和资本列为生产要素,“知识经济”的提法把知识列为重要的生产要素,这是社会经济发展新时期理论的更新。

“科学技术是第一生产力”以及“知识经济”的提法,本质上就是:智力资源是经济发展的第一要素。而智力资源归根到底是掌握科学技术知识的人才。在国家的各种资源中,人才资源是最宝贵的资源,有了人才,任何问题都好解决。

然而,20世纪60年代中期到70年代中期,我国发生了“文化大革命”,经济倒退到崩溃的边缘,与发达国家相比,我们科技人才匮乏、科技水平落后。当发达国家已全部普及中等义务教育时,我国偏远贫困地区小学入学率还不足80%;当许多国家已经把知识作为生产力、竞争力和经济发展的基本因素,越来越重视科学和教育时,我们仍然在同大量存在的不重视知识、不尊重科学的愚昧行为作斗争……党的十一届三中全会以来,通过“实践是检验真理的标准”的大讨论和改革开放的实践,“加大教育和科技的投入,加速人才的培养”成了人们的共识。1995年,党中央、国务院“关于加速科学技术进步的决定”明确提出科教兴国的战略。此后,一次次召开全国科学大会,大力表彰在科学技术上有突出贡献的科学家和工程技术人员,意在使“尊敬知识、尊重人才”形成一种社会风气。在学校教育方面,我们围绕“素质教育”对“应试教育”的否定,展开新一轮基础教育课程改革,意在“提高全体学生的科学文化素质,使每位学生都能发展”……这样,科教兴国就更加深入人心,成为当今人们常提及的科学新观念。

4. 科学家的思想行为规范

科学家的行为是一种求真、务实、探究、创造的实践活动。当代,在科学实践中,科学家所持有的思想和行为规范可以归纳为以下几点:

(1) 实证思想和尊重事实的行为规范. 科学家讲究实事求是, 支持客观, 摒弃先验. 他们以观测事实作为检验自己或他人理论的依据. 他们认为: 对那些未被事实所证明的假设, 不管其来源如何, 都必须服从于与观察和原先已经证实的知识相一致的标准.

(2) 无偏见的思想和关注人类利益的行为规范. 科学家对各种科学理论决无偏见, 只要是真理, 就值得追求和维护. 他们力求具备旺盛的求知热情、强烈的好奇心. 而且, 对人类利益相关的事表现出无私关怀.

(3) 怀疑的思想和不迷信权威的行为规范. 科学家持有条件的怀疑主义, 即力求以逻辑的标准、实践的标准来裁决和审视一切科学假说与科学理论, 行为上绝不迷信、屈从权威.

(4) 公有性思想和造福社会的行为规范. 科学家主张任何科学发展都是社会协作的产物, 其成果理应被分配给社会的全体成员共享. 联系科学家的行为应当思考: 这样做是否造福于社会.

上述的思想和行为规范, 是经历了若干代科学家的努力才有的.

比如, 17 世纪以前, 人们对科学的研究, 大多停留在一些经验性的总结和哲学的思辨层面上. 古希腊学者亚里士多德的“力是物体运动的原因”和“重物比轻物下落得快”的论断, 就统治人们思想很长时期. 是伽利略在亚氏的论断一千多年之后, 通过理想模型实验和严密的数学、逻辑推理, 否定了上述观点. 难怪, 爱因斯坦高度评价: “伽利略的发现以及他所应用的科学推理方法是人类思想史上最伟大的成就之一, 而且标志着物理学的真正开端.”^①正是伽利略开创性的工作, 使后来的科学研究在实证与尊重事实方面形成科学家的思想品格和行为规范.

又如, 数学中的矩阵理论可以追溯到上千年前的中国, 那时候就有人开始研究矩阵. 到了 1855 年, 西方的数学家系统地列出矩阵的定义和运算法则. 然而, 这一切只被普遍认为是一种数学上的数字游戏, 没有什么实用价值. 这种偏见又延续了整整 70 年, 直到 1925 年, 德国科学家海森伯把矩阵理论运用于量子理论研究获得成功, 人们才改变看法. 此后, 在数理统计理论、计算机编程等方面, 运用矩阵理论也获得了成功……类似的许多史实告诉人们, 对任何科学理论: 一是不能存在偏见, 要充满好奇心地设法拓展它的应用; 二是关注应用的目的是造福于社会, 比如, 利用矩阵理论编计算机病毒程序, 是应当痛斥的祸害社会行为.

再如, 面对经典物理在现实世界所取得的巨大成功, 它是那么的精确和完美, 以至于许多人面对与之相悖的现象和实验事实时, 也不敢对该理论提出质疑. 而爱因斯坦、普朗克等科学家却不迷信权威. 爱因斯坦首先对牛顿的绝对时空观提出挑战, 以光在真空中速度恒定和惯性系中运动变化等效为基本假设, 揭示空间距离、时间间隔和同时性的相对性, 又把惯性系的问题推广到非惯性系中去, 从而使其建立的相对

^① 爱因斯坦. 英费尔德·物理学的进化. 上海: 上海科学出版社, 1962.