

CHUZHONG KEXUE TANJIU
HUODONG SHEJI

初中科学探究 活动设计

◆ 主 编 项红专

副主编 贾秀英 沈启正 赵力红

CHUZHONG KEXUE TANJIU HUODONG SHEJI

浙江大学出版社

初中科学探究活动设计

主 编 项红专
副主编 贾秀英
沈启正
赵力红

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

初中科学探究活动设计 / 项红专主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2003. 7

ISBN 7-308-03350-3

I. 初... II. 项... III. 科学技术—活动课程—课程设计—初中 IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 048212 号

责任编辑 田 华

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江上虞印刷厂

开 本 850mm×1168mm 1/32

印 张 6.25

字 数 157 千字

版 印 次 2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷

印 数 0001—6000

书 号 ISBN 7-308-03350-3/G·606

定 价 10.00 元

目 录

第一部分 科学探究理论

一 科学的本质·····	1
二 科学探究·····	6
三 科学探究的若干理论问题·····	8
四 科学探究各要素的操作方法 ·····	23

第二部分 科学探究活动设计

案例 1 电流磁效应的发现 ·····	42
案例 2 放射性的发现 ·····	44
案例 3 观察酵母菌 ·····	47
案例 4 对自然灾害问题的调查和讨论 ·····	49
案例 5 对河水污染程度的调查 ·····	51
案例 6 调查和测定家用电器的功率 ·····	53
案例 7 了解一棵树,感受一棵树 ·····	56
案例 8 垃圾分类回收的方法 ·····	58
案例 9 日常生活中触电事故急救的基本方法 ·····	61
案例 10 比较物体运动的快慢 ·····	64
案例 11 物质的比热容 ·····	67
案例 12 水从哪端流出 ·····	71

2 初中科学探究活动设计

案例 13	空气的浮力	73
案例 14	食盐和糖的溶解性	75
案例 15	测定空气中氧气的体积含量	77
案例 16	二氧化碳知多少	79
案例 17	木炭还原氧化铜实验的改进	81
案例 18	确定所给白色粉末的成分	83
案例 19	自制指示剂实验探究	85
案例 20	人体骨的形状和无机物的探究	87
案例 21	探究废电池对幼苗生长的影响	90
案例 22	色散现象的探究	93
案例 23	探究导体的电阻与温度的关系	96
案例 24	探究“发酵”、“加碱”在蒸制馒头中的作用	99
案例 25	对维生素 C 的探究	101
案例 26	食物的营养成分	104
案例 27	植物细胞质壁分离与复原	106
案例 28	声音的传导感知	109
案例 29	水一定在 0°C 结冰吗	112
案例 30	滴水成镜	115
案例 31	哪一滴水先干	118
案例 32	流水侵蚀作用与哪些因素有关	120
案例 33	研究滑动摩擦力与接触面积的关系	122
案例 34	电阻定律的探究	125
案例 35	探究种子萌发的外界条件	128
案例 36	探究光照对种子的萌发是否有直接影响	132
案例 37	种子萌发的条件	135
案例 38	影响蒸发快慢的因素	138
案例 39	净水器的制作和使用	143
案例 40	吸尘器的工作原理	146

案例 41	月相的演示与观测	148
案例 42	你能找出太阳高度角吗	150
案例 43	建造美丽的“水中花园”	152
案例 44	为何“下雪不冷化雪冷”	154
案例 45	动物与其天敌的相互关系	158
案例 46	物体的自然冷却规律	162
案例 47	热水瓶的保温效果与盛水量的关系	165
案例 48	测定金属块的密度	167
案例 49	水能上升多高	169
案例 50	蚯蚓对改良土壤的作用	172
案例 51	“交通工具”主题探究活动	176
案例 52	苹果生电的探究	179
案例 53	SARS 病原体之争	188
主要参考文献		192
后记		194

第一部分

科学探究理论



一 科学的本质

我国新颁布的科学课程标准明确提出,科学课程的一个基本理念是体现科学本质,科学课程的性质和价值是要引导学生逐步认识科学的本质,在科学课程中突出科学探究的目的也是要使生理解科学的本质。那么,科学的本质又是什么呢?要回答这个问题,其实并不那么容易。几个世纪以来,人们一直想给科学下一个定义,现在这种努力还在继续。可是,大家发现每一个定义都不能令人满意。尽管人们至今没有对科学给出一个十分令人满意的定义,但科学的三个内涵则是人所公认的,这就是:科学是一种知识体系、研究活动和社会建制。简而言之,科学是科学知识、科学方法和科学精神的综合体。现在人们倾向于以这样一种方式去理解科学:不直接去定义什么是科学,而是说科学到底应包括哪些本质特征。结合现代科技发展和中学科学教育的实际,对科学本质特征的理解应着重把握以下几个方面。

1. 真理性

科学发现并揭示了自然界的客观规律。规律是自在和自然而然发挥作用,不依赖于人的认识,但是能被人所认识的。爱因斯坦说:“相信有一个离开知觉主体而独立的外在世界,是一切自然科学的基础。”他还说过:“这个世界最不可理解的是,它竟然是可以

理解的。”同时,规律也是不可违背的。如能量守恒与转化定律,在被发现之前就客观存在并支配着自然界的一切物质运动。19世纪,科学家迈尔、焦耳和赫尔姆霍茨等经过艰苦探索发现了这一规律。历史上有许多人设计各式各样的永动机,因违背了这一规律,均以失败而告终。此外,科学从自然本身说明自然,而不求助于自然界以外之物,如鬼神和超自然的意志等。

2. 系统性

科学是一种系统化的理论知识,是反映事物的全体、本质、内部联系及其规律性的整体知识系统。科学理论构成严密的逻辑结构。科学理论中有许多定理、定律和法则,但它们的地位是不平等的,是有层次的。有些是经验性的,适用于特定的条件和范围,属于较低层次的规律,如力学中的胡克定律,超过了弹性限度即失效。有些是整整一个领域中的基本规律,属较高层次的规律,如统帅经典力学的牛顿定律,在经典力学范畴中均成立。而有些则是跨越各个领域的普遍法则,属更高层次的规律,如物理学中的对称性原理和与之相应的能量守恒与转化定律。

3. 可验证性

科学研究采用实证的方法,虽然用到逻辑论证,但理论是否正确最终仍要由观察实验来验证。合理地解释了已有现象的观点只能是假说,只有其预言被后来的发现多次证实的才叫做理论。即使是理论,也要接受新的证据的考验。实证并不只是“证实”,更重要的是“证伪”。因为对于任何理论来说,多少个正例也不能保证今后不出现反例,因此理论是不能完全被证实的。只要有一个反例存在,并且能够通过观察实验来证实其确实存在,这个理论就是错误的。如在19世纪之前广泛流传一种“自生说”,认为生命可以很快地从无生命物质中自发产生。“腐草化萤”、“腐肉生蛆”都曾被当做

证明“自生说”的事实根据。科学家们做了大量实验,似乎也证实了“自生说”。但1864年法国微生物学家巴斯德的实验结果证明,外界微生物侵入是引起食物腐败的真正原因,从而给“自生说”判了死刑。

4. 发展性

科学是人类不断探索真理的一种认识活动,科学家总是处于寻求真理的过程中而不是到达真理的终点。科学的核心是探究,科学通过探究而不断发展。如万有引力定律的发现,出场的主角依次为第谷、开普勒、牛顿,第谷侧重于天文手段和天文观测,以积累感性资料;开普勒侧重于资料处理和分析,以建立经验模型(或数学模型);而牛顿则侧重于物理模型的建立,以求对经验模型进行物理解释。所以,科学具有一种动态的品质。就科学的理论内容而不就其精神价值而言,科学“永远是临时的”。科学不能够提供绝对真理或肯定无疑的真理。任何科学理论都是相对真理,都有一定的适用范围和条件。科学公开承认自己有所不知,有所不能。

5. 批判性

科学反对任何崇拜和盲信,它的一个基本精神是批判、怀疑。批判是科学的生命。科学研究是对现今思想和行动所依据的学说及原理不断检验的一种思维活动,并且对现有理论是持批判态度的。麦克斯韦曾说:“我们要在对明显的科学说明所依据的证据进行考察的基础上,不仅要提供和传播真实的科学原理,而且要提供和传播深刻的批判精神。”科学倡导合理的怀疑。例如,对万有引力定律也可提出质疑:万有引力定律是否一定适用于未发现的新的物质形式?在反物质与反物质之间、反物质与普通物质之间万有引力定律是否也一定成立呢?

6. 交叉性

各学科知识与方法具有相关性。普朗克说过：“科学是内在的整体，它之所以被分解为单独的整体不是取决于事物的本身，而是由于人类认识能力的局限性所致。实际上存在着从物理、化学、生物学、人类学到社会学的连续的链条，这是任何一处都不能被打断的链条。”例如，化学中的氢键决定了水的一系列独特的热学性质，如水的反常膨胀、水的比热和汽化热很高；“熵”的概念已涉及物理、化学、环境与生命科学各个领域；DNA 双螺旋结构的发现则是物理学与生物学相结合的产物。不同学科间的交叉渗透、受惠是双向的。正如一位生物学家所说：“我们可以稍微夸张地说，如果物理学家赠给生物学家以显微镜，则生物学家报答物理学家以能量守恒定律。”

7. 统一性

因为自然界本来就是统一的整体，普朗克曾经指出，自然科学从一开始就应将把各种各样的物理现象概括成一个统一的体系作为自己最伟大的目标。爱因斯坦曾说：“从那些看来同直接可见的真理十分不同的各种复杂的现象中认识它们的统一性，那是一种壮丽的感觉。”追求统一性与和谐是他一生的目标，也是他的方法论思想的核心。科学发展的历史，就是一部不断追求“统一”的历史。牛顿把地上物体运动和天上物体运动统一了起来，麦克斯韦把光和电磁现象统一了起来，能量守恒定律揭示了自然界各种运动形式之间的统一性，而细胞学说则揭示了所有生命现象之间本质的统一性。

8. 非功利性

虽然科学研究的结果可用于合理地解释世界，有效地改造世

界,最终造福人类,但科学研究的最初动机却是非功利的。萨顿认为,科学的主要目的和它的主要报酬是真理的发现,而科学已经产生的和正在产生的无穷无尽的财富只不过是它的副产品而已。吴大猷先生说过:“真正的科学家他们研究的动机和原动力,是他们对求知、求真理的内在兴趣,而不是外在的名、利。”科学追求好奇。亚里士多德认为,发展科学需要三个条件,其中第一个条件便是好奇心。朱棣文教授也认为:“对于要成为一名优秀的物理学家所具有的素质,首先必须有好奇心,对自然的好奇,对普遍事物的好奇。”因此,人类知识的新领域的开拓,不可以通过“预订”方式得来。这个道理很浅显:在我们知道电之前,怎么可能想到电的应用?

9. 民主性

科学是民主的,表现为:其一,在观察实验面前所有假说都是平等的。允许一切有事实或理论根据的假说存在,并给它们提供平等地接受观察实验检验的机会。其二,人与自然是平等的。相对论揭示出,一切坐标系都是平等的,没有一个优越的参照系;天文学中有一个基本观点,人类(及其所寄居的地球、太阳、银河系)在宇宙中不具有特殊优越的地位;现代环境科学告诉我们,人类不能盲目地陶醉于对自然界的胜利,必须学会与自然界和平共处,否则就会遭到自然界的报复,最近对肆虐 20 多个国家的 SARS 病毒的初步研究也表明了这个观点。其三,科学共同体内部是人人平等的。给科学活动者以平等地参与科学创造的机会,人们可以畅所欲言,各抒己见,平等地争论,不必遵从任何人为的权威。

10. 双重性

科学就其本性来说,是至善至美的。而科学成果的应用,对人类来说,则可能产生好坏两种结果。如核能给人类解决能源危机指出了一条光明大道,而原子弹却可以毁灭人类;微生物技术既可以

用于水体净化、治理污染,也可以用于传播疾病、污染环境;电子技术既可以用于发展生产,解放人的体力和脑力,创造更多的物质财富,也可以作为社会控制、心理操纵等奴役人的新型手段。因此,科学的应用是利有弊的,具有双重效应:既可以造福人类,也可以造“恶”人类。但爱因斯坦说得好:“科学是一种强有力的工具。怎样用它,究竟是给人带来幸福还是带来灾难,完全取决于人自己,而不取决于工具。刀子在人类生活上有用的,但它也能用来杀人。”

二 科学探究

在《科学(7—9 年级)课程标准(实验稿)》中,科学探究占有重要的地位。“突出科学探究”被作为课程的基本理念之一;科学探究被列入课程的重要目标;内容标准中明确地提出了科学探究的目标和要求,并且在各分科领域的内容标准中提出了探究活动的建议;在课程实施建议(包括教学、教材编写、评价和课程资源建设等)中,科学探究也是其中的一项重要内容。要理解科学探究,必须弄清科学家的探究和科学课程中的探究以及它们之间的异同。

那么,什么是科学家的探究呢?

科学家的探究,一般是指科学家们运用科学的方法,通过探索去发现人们尚未认识的科学事物及其规律的过程。科学发现的历史也就是科学探究的历史。没有探究就不会有发现,也就不能确认理论的正确性和不断扩展人们对自然的认识。下面举一个科学史上的典型事例——海王星的发现来说明这种观点。

1781 年,发现天王星。

1820 年,发现天王星的观测数据与应用牛顿万有引力定律计算得到的运行轨道出现偏差,于是问题提出了,天文学家围绕这一问题展开了探究。

1830年后科学家们提出了种种假说,如“木星、土星引力影响”说、“观测误差”说、彗星撞击“灾变”说、“未知卫星”说等,但它们都因证据不足或未收集到肯定证据而被一一排除。后来,“未知行星”假说提出,并被不少天文学家所接受。其中,英国的亚当斯和法国的勒威耶独立运用数学方法对收集到的数据进行了艰难的研究。

1845年,亚当斯计算出新行星的质量和轨道参数,并请求格林威治天文台和剑桥大学天文台帮助寻找新行星,可惜没有引起权威的重视。

1846年9月,勒威耶将自己独立研究的结果寄给德国柏林天文台,恳请伽勒帮助寻找新星。同年9月23日晚,伽勒发现了这颗新的行星,后被命名为海王星。

海王星发现后,天文学家在对其观测中又发现它存在“摄动”现象,于是又提出了一个“未知行星”假说。直到1930年,在天文照相技术的支持下发现了又一颗行星——冥王星。

同在19世纪后期,天文学家还发现水星近日点进动有异常现象,即使考虑金星、地球、木星的引力影响,仍有不可忽视的偏差。勒威耶提出“未知行星”假说,认为有一颗未知行星作用于水星。许多天文学家花了几十年的时间去寻找,有人还热情地将其命名为“火神星”,结果连影子也找不到。直到爱因斯坦广义相对论提出,对水星近日点的进动才作出圆满的解释。水星近日点的进动成了支持爱因斯坦广义相对论的证据之一。

在科学史中,无论是海王星的发现、魏格纳大陆漂移说的建立,还是阴极射线本性的确认和电子的发现等等,其探究过程都充满着艰巨性和创造性,洋溢着科学精神,渗透着科学的思想和方法。可见,科学需要探究,探究产生科学。

那么,什么又是科学课程中的探究呢?

在科学课程中,科学探究是指让学生去模拟科学家的工作过

程,按照一定的科学思维程序去探索学习的过程,从中学习科学方法,发展科学探究所需要的能力,增进对科学探究的理解,体验探究过程的心理感受。

科学家的探究与科学课程中的探究之间既有共性又有显著的差异,主要反映在以下方面:

这两种探究都是一种求知过程,探索的结果对探究者本人来说都是未知的。两者进行探究的基本程序和方法也是相似的,它们都由问题、假设(猜想)、事实(证据)、解释、评价、发表与交流等基本要素构成。

但这两者又是有区别的。首先,是探究目的的不同,前者是以发现人们尚未认识的科学事物及其规律为目的,后者是以探究的形式为载体,使学生在获取知识的同时,领悟科学的思想方法,培养科学探究所需要的能力,起到培养创新型人才的作用。其次,是在探究过程上的区别,前者是科学探索的真实历程,后者是科学探索的模拟过程,是对科学探索的再探索。再者,是在探究程度上的差异,前者是建立在深厚的专业基础知识上的全方位的探究,后者是学习者在浅易的专业基础的背景下进行的局部的、较低层次的探究。

本书所着重阐述的科学探究一般指科学课程中的探究,即学生进行的科学探究。

三 科学探究的若干理论问题

1. 科学课程中突出科学探究的意义

从培养科学家来说,强调科学探究式的学习无疑是非常必要的。那么对基础教育而言,是否需要突出科学探究呢?答案是肯定的。

首先是认识和理解科学本质的需要。从大量科学家探究的事例中,我们可以领悟到科学的本质特征:自然界是可以被认识的,探究是认识自然最有效的途径;科学对自然现象有解释和预见的功能,科学还强调和尊重经验事实对理论的检验;科学是一个开放的系统,科学知识具有相对的稳定性并不断发展和进步;科学和技术和社会有密切的联系和互动的关系。从过程的意义来看,科学的本质就是探究,是不断地追求真理和不断地修正错误,是不断地创新。学习科学,如果只是学习科学的结论,而忽视了对科学探究过程的理解和体验,那就不能很好地理解科学的本质。因此,对科学本质的理解是我们强调科学探究的一个重要依据。

其次是适应现代社会需求变化的需要。知识经济社会呼唤有创新意识和创新能力的人才,为了获得可持续发展,必须提高全体公民的科学素养,课程的观念和学习的模式都要适应社会需求的变化。我们从普通公民解决问题的角度来看,作为一个现代社会的公民,要解决日常生活和工作中的种种问题,科学探究是有效的途径和方法。我们平时遇到的诸如自行车胎瘪了、抽水马桶坏了、门铃不响了等等情况都涉及到一个类似科学探究的过程,科学探究式的学习能帮助我们学会生活。同时我们看到,科学探究在社会科学和生活的各个领域都有广泛的迁移性。在考古、侦探破案中,以及与科学有关的社会决策中,都需要科学探究。如我们城市要不要造东西向的高架路,我们的乡镇要不要办一个造纸厂等等问题的解决,都有一个科学的过程和方法的问题。也就是说,无论是做科学家还是做一般的公民,都需要科学探究。不仅如此,作为现代公民,为了应对科学技术发展和社会发展的挑战,需要学会生存、学会工作、学会学习和学会合作,也需要有较高的科学素养。科学课程正是从培养未来合格公民的科学素养要求出发规划了课程的目标,而这些目标的全面达成,则必须通过学生积极主动的人格活动——科学探究活动才能真正有效地实现。

再次是体现教育本质的需要。突出科学探究,不只是为了满足外在的需要,更重要的是科学探究的过程作为学生的学习方式具有促进学生发展的内在价值。科学探究的学习过程能有效保持学生对自然的好奇心,激发他们的求知欲,使他们体验探究过程的喜悦和艰辛;科学探究的学习过程能促进学生主动建构具有个体意义的科学知识和技能,习得科学探究思维的方式、方法和能力;科学探究的学习过程还有利于学生更多地接触生活和社会,从而领悟科学、技术与社会的互动关系。所有这些都说明,科学探究的学习活动,有利于科学知识、技能、方法、能力、态度、情感在学生自身人格中内化,使学生的科学素养得以全面提升。这正是我们把科学探究过程作为科学课程组织和实施的主要方式的内在根源。

科学的核心是探究,教育的重要目标是促进学生的发展,突出科学探究的过程正体现了科学本质与教育本质的结合。

2. 科学探究的目标

科学探究的目标是提高学生的科学素养,发展学生科学探究的能力,增进学生对科学及科学探究的理解,初步养成通过科学探究进行学习和解决问题的习惯,为终身学习和发展奠定基础。具体内容是:

(1)发展学生发现问题和提出问题的能力,增进对提出问题意义的理解。

(2)发展学生作出猜想和形成假设的能力,理解假设对科学探究的作用。

(3)发展学生收集信息和处理信息的能力,理解收集、处理信息技术对科学探究的意义。

(4)发展学生制定计划,进行技术设计和观察、实验的能力,认识技术设计的重要性。

(5)发展学生形成科学解释、评价过程与结果的能力,理解科

学探究需要运用科学原理、模型和理论,理解科学探究需要创造性思维。

(6)发展学生交流和合作的能力,认识合作和交流对科学发展的意义。

3. 科学探究的基本程序和基本特征

科学探究的基本程序表明科学探究要先做什么,后做什么,再做什么。它是从各种不同的科学探究活动过程中概括出来的,实际上是科学探究的操作性定义,有利于从实践上去把握或在实践中运用。科学课程标准对科学探究下了与此相应的操作性定义:提出科学问题,进行猜想和假设,制定计划和设计实验,获取事实和证据,检验与评价,表达与交流。需要说明的是,并不是所有的探究活动都一定要严格地按照这一程序进行,具体的科学探究活动应根据探究的内容和学生的实际灵活处理。

从科学家的探究和作为公民所需要的探究中,我们可以提炼出一些探究过程的基本特征:

(1)科学探究需要发现问题和提出问题,围绕问题去解决问题;过程中又会出现新的问题,即问题贯穿于探究的始终。

(2)科学探究需要事实和证据。问题经常在现象(事实)的观察中被提出,对问题的可能答案作出猜测和假设(科学上的假说),需要事实和证据的证实或证伪。收集和处理事实证据贯穿于探究的始终。

(3)科学探究需要作出科学解释。猜测、假设(假说)是一种解释,处理事实证据需要提炼出解释,评价后常常需要修正和发展解释。科学解释是人们的一种认识,作出解释需要运用原理和方法。

(4)科学探究需要评价。对问题要作出评价,是否是科学的问题,是否是新的问题,是否是有价值的问题,是否是可探究的问题等等。对猜想、假设(假说)要进行评价,是否有根据,方法是否合理