

“做中学”科学教育丛书



十年“做中学” 为了说明什么

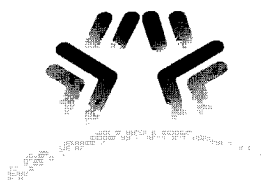
——以科学研究为基础的教学改革之路

韦钰◎著



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

“做中学”科学教育丛书



十年“做中学” 为了说明什么

——以科学研究为基础的教学改革之路

韦钰◎著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

十年“做中学”为了说明什么：以科学研究为基础的教学改革之路/韦钰著. —北京：中国科学技术出版社，2012. 1

(“做中学”科学教育丛书)

ISBN 978 - 7 - 5046 - 5975 - 0

I. ①十… II. ①韦… III. ①科学教育学 - 教育改革 - 小学 - 文集 IV. ①G623. 62 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 244566 号

.....
策划编辑 徐扬科
责任编辑 吕 鸣
封面设计 耕者设计工作室
正文设计 达卡图文设计公司
责任校对 凌红霞
责任印制 王 沛
.....

出 版 中国科学技术出版社
发 行 科学普及出版社发行部
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 - 62176522
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>
.....

开 本 787mm × 1092mm 1/16
字 数 330 千字
印 张 19
插 页 1
版 次 2012 年 1 月第 1 版
印 次 2012 年 1 月第 1 次印刷
印 刷 北京九歌天成彩色印刷有限公司
.....

书 号 ISBN 978 - 7 - 5046 - 5975 - 0/G · 570
定 价 48.00 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)
本社图书贴有防伪标志，未贴为盗版

序

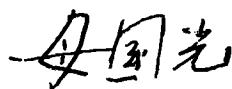
当今，科学技术的飞速发展深刻地影响着社会的方方面面，也深刻地影响着人们的思想观念和生活方式。科学是一种文化，也是一种思维方式和生活态度，科学素质已成为 21 世纪合格公民的必备素质。科学教育承担着培养公民科学素质的重任，从幼儿开始，面向每个儿童实施基于探究的科学教育，可以保护孩子的好奇心，激发儿童对科学和自然的热爱，变革他们的生活方式，使他们能成长为团队中的创新者，能用实事求是、追求真理的态度对待生活，并能作出明智的决策。

从 20 世纪末开始，国际上一些著名的科学家就持续关注基础教育阶段的科学教育，通过培养合格的、具有科学素质和科学伦理道德的公民，促进整个世界的繁荣、社会的和谐与光明。韦钰院士正是这样一群负有责任感的科学家中的一员，她所倡导和积极推进的“做中学”科学教育改革实验项目已经进行了十年。

这是一项由科学家携手教育界共同推进的科学教育研究项目，项目不仅以脑科学领域的科研成果作为研究工作的理论指导，而且采用严谨的实证方法，这一过程也充分体现出了科学家在进行科学研究时所具备的科学方法、科学精神和科学态度。

韦钰院士是一位对教育充满热情和责任感的科学家，十年中她亲自著书、培训教师、走访学校，她的执著和奉献精神令我感动，这项富有意义的工作也得到了其他科学家的大力支持。2008 年 2 月，我和甘子钊、葛墨林等 11 位院士汇集在南开大学陈省身数学研究所，召开了一次“科学教育讨论会”，专门对小学的科学教育问题探讨。会议形成了一份院士建议——“关于大力推进和正确引导基础教育阶段科学教育改革的建议”，我们郑重地在建议上署名，希望通过我们的呼吁和努力，使科学教育改革问题得到应有的重视和关注。

韦钰院士所著的《十年“做中学”为了说明什么》，是她对十年所做的努力和工作的记叙和总结，也是对于如何开展实证的教育研究和如何实现科教联手促进科学教育改革的一份研究报告。“十年树木，百年树人”，“做中学”项目经历了十年的努力到达今天，这不是一个结束，而应该是一个新的开始，更希望以此唤起国人对教育改革中实证性研究的关注，希望有更多的科学家关心和参与教育研究，和教育界一起推动科学教育的发展，为培养 21 世纪合格的公民，建设创新型国家而共同努力。

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wu Yuyu' (韦钰), written in a cursive style.

2011 年 12 月

目 录

“做中学”科学教育改革实验由此起步	(1)
“做中学”科学教育实验项目方案	(8)
探究式科学教育教学指导	(14)
中法“做中学”科学教育四年合作的回顾	(88)
幼儿园和小学探究式科学教育实验项目	
“做中学”内容标准(试用本)	(92)
心智、脑和教育	(118)
科学教育和创新型工程技术人才的培养	
——创新型工程科技人才培养研究第十分课题之专题五	(142)
科学研究为早期儿童发展的决策提供支持	(163)
“做中学”科学教育七年探索的启示	(173)
全日制义务教育小学科学课程标准(送审稿)	(181)
科学课程要围绕重要的科学概念和模型组织教学	(229)
小学科学课要以探究式学习为主要的学习方式	(247)
于“静寂”中升起	
——在第七届中国杭州国际教育创新大会暨第十三届亚太区教育	
革新为发展服务计划会议上的主题报告	(262)
神经教育学对探究式科学教育的促进	(269)
中国科学教育改革实验的设计、实施和展望	(292)
附录:“做中学”科学教育改革相关书籍	(297)
后记	(299)

2001 年“做中学”的起步具有以下特点：

1. 在对国外探究式科学教育进行了长达八年调研的基础上，鉴于国内教育改革的现实需求，教育部决心启动此项改革试点；
2. 无论是在建立高水平的国际合作，还是首次在我国教育改革中有科学家实质性地加入，都表现了一种开放的，欲求跨越式发展的态度；
3. 考虑到了教师的重要作用、改革的艰巨性和学习科学研究的重要支撑作用。

“做中学” 科学教育改革实验由此起步

中国科学教育访法团一行 12 人，从 2001 年 4 月 10 日至 19 日访问了法国。这次代表团是应法国科学院的邀请，专程为实地考察和研讨法国科学教育改革而赴法的。代表团包括了涉及科学教育改革各方面的专家、领导和教师。其中包括三位院士，教育部主管基础教育课程改革的两位主要负责人，主持国家幼儿园和基础教育科学课程改革及大纲制定的两位专家，来自北京、上海、江苏地区工作在教育第一线的三位优秀教育工作者（她们将首先在我国进行此项改革试点），一位互联网技术专家，一位外事干部兼高级翻译。组织这样阵容的教育代表团在我国还是第一次。临行前我们认真进行了准备，不仅研究了已得到的有关资料，还确定了首先进行试点的城市，初步拟出了工作计划。我们十分认真地对待这次访问，是有明确目的，有备而去的。我们的邀请方——法国科学院对我们的访问做了精心的安排。代表团先到巴黎及其附近省的学校现场考察了四天，然后到 Treilles 基金会在法国南方普鲁旺斯地区的“学者之家”，一个占地达 350 公顷的幽静而美丽的山庄。在那里，中法双方召开了科学教育研讨会。

代表团首先对法国已经进行的“La Main à la pâte”（LAMAP，直译为“动手和面团吧”，意即“动手做”）的实施情况作了实地考察，主要考察内容有：

不同类型地区实施“LAMAP”教学改革的幼儿园、小学上课的情况；“LAMAP”活动的展教中心（类似青少年科技活动中心）；省级（法国有100个省）教学资源中心和教师培训中心；不同类型的高等学校，如属于培养精英的工程技术高等学府南特矿业学院和多科性工科大学教师和学生志愿者参与“LAMAP”活动，帮助培养小学教师，共同编写教案，制作教具的情况等。

到法国南方参加研讨会的法方成员有法兰西科学院的院士、法国科教部总督学和主管小学教育的官员、LAMAP研究者、参加“动手做”实践的教师、网页制作人员等。研讨会包括有情况介绍、小组讨论、教学示范、对口交流等内容。形式多样，效果很好。

我们访问期间正值西方的复活节，按照常规，这是法国人十分重视的家庭团聚的重要节日。但是法国朋友，包括夏尔帕博士（Georges Charpak）在内的四位法兰西科学院的院士，却破例地放弃了休息，不仅参加了研讨会，还亲自陪同我们到学校调研。在研讨会总结时，夏尔帕博士说：“我是带着感情来参加这次讨论会的。22年前，我在日内瓦GENF核子中心工作时访问过中国一个月。教育是加强人民间联系的重要桥梁。我们共同为孩子工作，孩子是我们的未来，我们的未来应该是共同的。”我表示同意，这应该是科学家和教育家合作的基础。

一、这次访问的由来

1994年我应邀作为成员，参加了国际科学联盟（ICSU, International Council of Scientific Union）新成立的科学能力建设委员会（CCBS, Committee of Capacity Building on Science）。委员会的主席是美国诺贝尔物理奖获得者勒德曼（Leon Lederman）博士，委员会的成员共11人，包括法国诺贝尔物理学奖获得者夏尔帕博士，印度科学院院长劳尔博士（Rao）等。委员会的重要任务有三项：一是促进中小学科学教育的改革与发展；二是克服科学家之间的分隔状态；三是促进公众对科学技术的了解，其中第一项任务是主要的。

科学能力建设委员会主席勒德曼博士在14年前为了解决芝加哥地区学校的科学教育问题，特别是城市贫困街区孩子的教育，提出了“动手做”的科学教育模式，并认真地进行了教师培训，所进行的改革实验取得了很好的效果。类似这样的实验在美国的几个州都在进行，较成功的如加州理工大学在其所在社区进行的科学教学改革等。这些教育改革受到了美国政府和社会各界的重视。因为，在20世纪60年代，苏联卫星上天，美国因航天技术落后而全国震惊。检讨下来，认为首先应采取的重要措施是进行教育改革。教育

改革进行了 20 年后，似乎成效不大，而“动手做”教育模式的成功，被认为是找到了一条成功的道路，因此，从国家层面上，由美国科学基金会、美国科学院、美国科学促进会联合推进这项改革。从 1991 年 8 月起，在美国“2061”计划的基础上，以美国的国家科学理事会（NRC）为首，先后动员了万余人，为期四年，制定了美国历史上第一部科学教育的标准，1995 年 12 月公布。其中，把“动手做探究式学习（Hands-On Inquiry Learning）”列为进行改革的重要原则之一。

1994 年，法国国民教育部派出了以诺贝尔物理学奖获得者夏尔帕教授为首的代表团，专程到美国考察勒德曼博士在芝加哥进行的“动手做”科学教育改革，以及在加利福尼亚进行的类似的改革。回法国以后，夏尔帕博士写到：在教室里，人们为学生表现出这一阶层少有的求知欲，好奇心和全身心投入而感到震惊，教育质量无可挑剔。他建议在法国小学里进行类似的科学教育改革。这一建议得到了法国国民教育部和法国科学院的支持，取名为“La Main à la pâte（LAMAP）”的科学教育改革由此在法国起步。

我自 1994 年始，作为世界科学联盟科学能力建设委员会的成员，参加了每年一度的研讨工作会议，并于 1996 年、1999 年利用出国机会参观了法国的“动手做”项目。1997 年参观了美国芝加哥的试点。1999 年得知，在经过 5 年试点以后，法国国民教育部已决定在全国推开这项重要的改革。经过几年的调研，结合国家决定全面推进素质教育的紧迫需求，我认为将这种教学模式引入我国的条件已基本成熟。我向 ICSU 提出在中国召开一次有关中小学科技和数学教育的国际会议，获得科学能力建设委员会成员的一致同意。2000 年 11 月“小学科学与数学教育国际会议”如期召开，来自 20 多个国家的教育家、科学家和官员参加了会议，我国来自全国各地的 70 多名代表也参加了会议。会议取得圆满成功。李岚清副总理在接见会议代表时，作了重要指示。教育部陈至立部长在开幕式上作了重要发言。会议发表了北京宣言，号召进行国际范围的合作，以加强和改进小学的科学教育。这次会上法国科学院和中国教育部签订了合作协议，其中包括邀请中方代表团到法国参观和了解 LAMAP 的情况，并共同召开研讨会，因此就有了我们这次对法国的访问。

二、LAMAP 在法国的试点情况

此项改革是在夏尔帕博士的领导下，由法国科学院院士直接推动进行的。1995 年“动手做”科学教育改革开始实验时，法国只有 10% 的小学开设科学课，1996 年有 344 个班开始实验，1999 年扩大到 4000 个班，现已扩大到法国 2%

以上的学校。1998年5月，开通了专门的互联网网站（<http://www.inrp.fr/lamap>）。为教师建立的这个网站是“动手做”项目的信息网络，资源中心和教师与科学家进行交流的网络。

在经过5年多的试点后，法国科研和教育部组织了以总督学为首的评估小组，对这项改革进行了为期3个月的调研。评估结果表明：学生在科学知识、母语表达能力和参与社会活动的能力上都有明显提高。法国科教部部长对改革的成果予以充分的肯定，认为无疑是成功的改革，全法国的孩子们都应该从这项改革中受益。因此，1999年6月，法国科教部决定在法国全国推行科学技术教育改革。目前已制定了法国国家小学科学教育大纲和科学技术教育革新计划，即将颁布执行。该计划主要借鉴“动手做”改革试点中所积累的经验，并把它作为教育革新计划创新部分的核心。

三、什么是“动手做”探究式学习

“动手做”探究式学习是一种继承传统，强调科技实践，结合近几十年教育科研成果，充分运用近年来发展起来的各种新的教育技术，由科学家和教师联合推动，动员全社会参与的一项科学教育改革。特别适用于对幼儿园和小学阶段的孩子进行科学教育。

法国科学院从事这项活动的科学家曾经为LAMAP制定了10项描述其过程的准则。我根据自己的理解整理如下。

1. 十分珍惜孩子的好奇心。引导他们注意观察周围的某一件物品，某一种自然现象，或考察现实世界中发生的某一件事，鼓励孩子提出问题。勒德曼教授曾说：什么是科学家？首先是会问“为什么？”的人。要十分爱护儿童的好奇心。

2. 当问题提出来以后，不是采用老师直接给出答案，甚至设计好实验，让学生去操作以验证老师给出的结论。而是强调一定要引导学生去探索。在探索的过程中，孩子自己提出假说，设计实验，进行说理和辩论，以利于孩子养成进行相互讨论，把自己的想法告诉别人和倾听别人意见的习惯。老师不轻易否定孩子的想法，而是鼓励他们进行讨论和尝试。

3. 在老师的引导和建议下，孩子们自己动手做实验。在实验的过程中，同样要求学生注意观察、提问、设想、验证。动手实验以后，学生要向班级的同学作报告（演讲），大家再对实验的结果进行讨论，以得到正确的结论。整个过程按教学要求和科学实验的规律分成阶段，在老师引导下循序渐进。

4. 孩子们每人要准备一本记录本，用他们自己的语言记录下实验过程中

的想法和活动情况，最后把正确的答案记录下来，可以和自己原来的想法作对比。幼儿园的孩子不会写，就用画图代替。

5. 在对某个主题进行教学时，一般应安排若干个星期的时间，每星期至少2小时。整个小学阶段的“动手做”活动的内容与教学方法要有连贯性和整体安排。为了让所有的孩子能参与，班级的人数不宜超过30人。为了能把科技课和语文等其他课程结合，统一调度时间，幼儿园和小学低年级的老师应是包班的，而不是分科目设老师的。

6. 实验活动的设计要让学生逐步掌握科学概念与操作技术，同时学会用书面语言和口语进行表述，对所学的知识加以巩固。

7. 学生家长和学校所在街区应该参与支持课堂教学与实验活动。

8. 学校附近的大学和工程师学校中的科学家要运用各自的知识和条件、帮助学生搞好这项实验。

9. 地方的教师培训中心（IUFM）应该提供帮助，让从事“动手做”实验活动的教师能够运用培训中心的教学理论与教学经验。

10. 教师们可以从互联网上（<http://www.inrp.fr/lamap/>）下载可直接使用的教学模块、活动思路及问题答案；他们也可以和其他教师或科学家进行合作和对话，共同探讨教学方法。

四、改革的目的是和成效

为什么要进行这场科学教育改革呢？勒德曼博士曾说：是为了给新世纪提供合格的公民。在1995年12月美国公布的美国历史上第一部科学教育标准中写道：这种改革会给美国人的个人生活和国家的活力带来巨变。法国的改革则更强调对学生全面素质的培养、整体文化的建设。在最近公布的小学科技教育指导文件中一开始就写到：在学校里的科学技术教育应该满足智力、道德和社会的标准。改革的目的是通过对现象的观察和随之产生的逻辑分析，建立对物质和生命客观世界的初步了解，唤起小学生的好奇心。通过教育实践，培育孩子对别人意见和行为的尊重和关心。最终要使孩子做好准备，以便今后能更好地融入一个技术将起主要作用的社会。

从我们对法国的考察看，他们的改革在如下方面已经取得了效果。

1. 为教育改革注入了新的活力。“动手做”改革的实施，有效地动员了科技界和社会的力量，大家关心和帮助教育改革。同时，也有效地调动了教师的积极性。教师能注意提高自己的科技水平，提高教育质量。这些都给教育注入了新的活力。

这场改革虽然是科学家发动的，但在教学改革中起主要作用的仍是教师。在芝加哥，教师进入改革实践以前，必须先进行 150 小时的培训。法国也动员了许多力量来帮助教师提高。在过去的 5 年里，法国的科学家直接面对过 10% 的小学教师，相互进行合作。教师的培训有了明确的方向和较好的支持，据估计，在法国 30 万名教师中，已有 1 万名教师经培训参加了这项实验。

2. 学生的科技知识和实验技能得到增强。这些知识和技能虽然是有限的，但却是精确而重要的，是通过科学实践来得到的，这就使学生有了较好的正确建构的知识和再学习的能力。

3. 由于强调了科学教育要和语言教育联系在一起，伴随着科学实验，要求学生用尽可能多的词汇来表达所进行的、真实的客观过程，包括描述、假说、推理、证明、总结和归纳。这样有利于学生掌握更多的词汇和正确地运用词汇。

4. 小组在一起实验，有利于提高学生讨论、交流、表达的能力，有利于培育倾听和尊重别人的意见，合作进行实验的团队精神。

5. 增强了学生的好奇心和学习的主动性，改变了教学过程中学生的行为和态度。这一点，对学习上后进的学生和学校，效果更明显。

6. 在课堂上，教师不再是居高临下地向学生传授知识，而是在学生面前说：我不知道，让我们一起来实验吧。教师成为学生学习的引导者，改变了教师在教学中的行为和态度。

7. 科学教育的推行，要求改变课程、班级和教师队伍建设，所以也全面促进了学校教学和行政运作的变革。

夏尔帕博士总结说：我们不仅在培育学生学习的方法和态度，也在培育他们对待生活的方法和态度。我认为这就是在通过基础教育，培育一种适应于新世纪知识经济社会的新文化。

五、在中国进行“做中学”的科学教育改革试点

人类社会正在经历又一次革命性变革。科学技术飞速发展，导致生产方式和交换方式发生巨大变革，经济和科技全球一体化趋势明显。人才的质量成为个人、社会和国家竞争力的关键。教育变得如此重要，提高全民族的科学技术素质变得如此重要。我们有责任为我们的孩子，为我们的国家准备未来。

教育现代化是我们未完成的历程。教育现代化绝不是一种简单的硬件添置和更新，而是教育思想和教育方法的巨大变革。教育本身又是一门实践性

很强的科学，需要科学研究和实践的支持。

经过多年的考察，我们认为应该把国外先进的教育改革经验和我国的实践相结合，在中国推广科学教育改革。我们把它取名为“做中学”（Learning through Doing）。准备先在北京、上海和南京的部分幼儿园和小学中试点。教育部基础教育司已对此项试点工作做了布置，许多科学家也对参加此项改革持十分积极的态度。我们希望通过试点探索实现素质教育目标的具体道路，培育“四有”新人，探索从基础起，培育一种新的文化，一种和知识经济社会相适应的文化，一种代表先进生产力的文化。

教育改革事关重大，教育改革又绝不是轻而易举的事。一定要把它建立在学习科学研究的基础上，在认真进行实践，不断总结经验，不断探索的基础上，让我们动员起来，共同投身到这场意义重大的改革中去，为孩子，为未来而努力工作。

“做中学”由教育部和中国科协正式发起，最初按照过去的经验设计了运作模式和发展计划。我们预感到这样的发展速度有可能使“做中学”走过场，因此在方案中明确了“做中学”的9项准则，强调在改革中必须坚持实事求是的科学态度，只求质量，不设进度。后来，这些准则指导了“做中学”项目的全过程（来自教育部和中国科协的一些同志参与了这份试验项目方案的讨论与起草）。

“做中学”科学教育实验项目方案

为了迎接21世纪的挑战，落实科教兴国战略，全面实施素质教育，推进基础教育课程改革，提高儿童和全体公民的科学素养水平，教育部和中国科学技术协会共同倡导和推动中国“做中学”科学教育实验项目。

20世纪80年代以来，世界（美国、法国等）许多国家基础教育阶段的科学课程改革方案中，科学探究被列为中小学课程目标和内容体系的最关键和最基本的要素，以儿童亲自动手的方式开展科学教育是一个极其重要的发展方向和趋势。这些科学教育实验不仅培养了学生学习的方式和态度，也培养了他们对待生活的方式和态度。“做中学”科学教育实验项目是在了解国外科学教育的发展动态和趋势，总结我国中小学和幼儿科学教育取得的经验，吸收和借鉴国际科学教育的先进观念和教育方法的基础上提出来的。

一、“做中学”科学教育的目标与任务

“做中学”科学教育的目标是：让所有学前和小学阶段的儿童有机会亲历探究自然奥秘的过程，使他们在观察、提问、设想、动手实验、表达、交流的探究活动中，体验科学探究的过程、建构基础性的科学知识、获得初步的科学探究能力，培养儿童的科学态度、科学精神和科学思维的方法，使儿童

初步形成科学的世界观，为促进儿童的全面发展，成长为具有良好科学素养的未来公民打下必要的基础。

“做中学”科学教育实验强调以面向每一个儿童，着眼于未来全民科学素养的提高，以面向全体儿童基本素养的培养为首要原则，关注科学教育的平等机遇和基础性，“人人参与”是“做中学”科学教育实验项目的重要标志。要重视在贫困地区的学校开展“做中学”科学教育实验。

基础教育新课程是“做中学”科学教育实验的工作基础。“做中学”科学教育的开展也将为中小学科学课程注入新的活力，促进基础教育课程的持续发展。

二、“做中学”科学教育倡导的准则

“做中学”科学教育是以幼儿园和小学的科学教育为切入点，进而对幼儿园和小学的学习观念和学习方式、教育观念和教育方式进行改革的实验，可以结合科学课程的实施和各类丰富多彩的课内外科技活动进行。开展“做中学”科学教育应遵循科学求知活动的规范要求和儿童学习、认知规律。

开展“做中学”科学教育实验应遵循以下准则：

1. 面向每一个儿童、尊重儿童间的差异。鼓励每一个孩子根据自己的情趣、愿望和能力，用自己的方式去操作、去探究、去学习。

2. 为儿童终身的学习，更为儿童学会生活奠定基础。要鼓励孩子们亲自动手操作，尊重事实，敢于发表自己的见解；有责任心，善于与人合作；有进取心，乐于解决生活中的实际问题。全面提高孩子们的科学文化素养，为他们未来能适应社会，幸福地生活打好基础。

3. 教学案例应来源于生活，从周围取材。依据国家制定的科学课程标准和《幼儿教育指导纲要》中关于科学教育的要求，灵活多样地开发与设计突出本土化并体现地方特色的案例。案例应符合儿童的认知水平，要有利于儿童对科学本质的认识和拓展儿童的视野。

要关注和重视孩子们在生活中感兴趣和需要解决的问题，并把它们作为科学教育内容的重要来源。应从孩子们身边选择易于获得的和有教育价值的物品，作为他们的操作材料。

4. 引导儿童主动探究、亲历发现过程。“做中学”的核心是让孩子们充分体验科学探究、科学发现的过程：提出问题、猜想预测、动手操作、记录信息、解释讨论、得出结论、表达交流，发展孩子们探究解决问题的能力。

5. 教师是儿童学习科学的支持者和引导者，教师的作用主要体现在：

- (1) 为孩子们提供具有多种教育价值的内容和具有适宜结构的材料。
 - (2) 引导孩子们观察和发现问题，鼓励他们自己尝试着动手解决问题。
 - (3) 为孩子们探索发现铺路搭桥，促进他们亲历发现过程。
 - (4) 指导孩子们学会使用科学探究记录本，记录探究过程和所得出的结论，发展他们的语言能力。
 - (5) 引导孩子们进行讨论和交流，发展他们的交流和表达能力。
6. 采用激励性评价。评价要让每一个孩子都获得激励，都有成功的体验，都拥有自信心，都在原有水平上有新的发展。

不仅要注重孩子们探究活动的结果，更要重视探究的过程。要关注孩子们是否在原有水平上获得了新的知识经验，更要关注孩子在探究过程中是否积极投入、尊重事实、有独到的见解、能设法解决问题、能接纳同伴的观点、善于与同伴合作和交流。

7. 教育和科技工作者共同进行科学教育。教育和科技工作者共同合作，是开展“做中学”科学教育实验的必要条件。教育和科技工作者将各自领域的规律与工作经验结合在一起，共同合作进行科学教育，将对“做中学”科学教育实验的顺利实施和发展起到至关重要的推动作用。

8. 充分动员社区、家庭和大学生志愿者的力量、支持科学教育。各地现有的科技场馆、高等学校和科研院所都是科学教育可以充分利用的资源。提倡这些资源向孩子们开放，为孩子们科学探究活动提供场所和设备支持。同时提倡科技工作者和大学生志愿者走进幼儿园和小学，与儿童一起开展探究活动，增强儿童对科学的探究兴趣，提高科学教学水平。

家长也应成为孩子们的科学探索与发现的支持者。家长可以利用生活中的各种时机与孩子分享探究活动的乐趣和科学发现的价值，并发挥各自力量积极参与幼儿园和小学组织的科学活动，形成家长、儿童、教师间良好的合作与支持关系。

9. 通过现代化的互联网络增进国内和国际间的交流与合作。充分利用互联网为教师、儿童及有关人员提供科学教育信息、活动案例与相关资料，科学家、教育和科技工作者为教师、儿童、家长提供在线科学问题和教学方法咨询，形成资源共享、相互交流的、开放性的互联网络结构。

积极参与国际类似计划的交流与合作。通过互联网及时了解和借鉴国外科学教育改革的新进展和新经验，并使国际上更多的国家了解中国正在推进的科学教育改革。

三、“做中学”科学教育实验项目的运作模式

1. “做中学”科学教育实验项目由教育部和中国科协共同发起，并成立“做中学”科学教育领导小组，下设专家委员会，推动科技界和社会关心教育的人士共同参与。项目由教育部基础教育司协调领导，项目的具体组织与管理工作委托北京师范大学的“做中学”科学教育中心具体负责。

2. “做中学”科学教育项目的重要特点之一是教育和科技工作者全过程的合作。科学家和教育工作者共同探讨我国科学教育变革的思路和途径，设计和撰写典型案例，做好符合我国国情的实验项目框架设计和示范工作，同时负责协调、指导我国“做中学”科学教育计划的实施。中国科协青少年工作部负责协调指导科技工作者参与项目实施。

3. “做中学”科学教育项目为教育部“十五”规划课题。各地区幼儿园和小学凡是认同“做中学”科学教育所倡导的准则，履行各自实验职责，承担一定的科研子课题研究工作，提供必需的实验经费，经上级教育行政部门的同意，能够得到当地科协的具体支持，均可自愿向“做中学”科学教育中心提出申请，成为项目试点单位，得到相应的资源与专家指导的支持与帮助。

各级教研部门应为实验幼儿园和小学提供服务，教育部设在有关师范大学的基础教育研究中心应为周边地区的实验幼儿园和小学提供支持。各级地方科协应动员和组织科技工作者积极支持该地区项目试点工作。

4. “做中学”项目鼓励运用互联网进行教师培训和信息交流，开展合作。其中汉博网作为“做中学”科学教育实验项目的支持网站，为项目实施提供开放式、交互性的支撑平台，建立各类资源数据库，为实验单位提供网络技术服务和支持；建立法国 LAMAP 网站的镜像网站，并加入 CCBS - IAP 国际科学教育网站联盟。

5. 参加“做中学”科学教育实验的幼儿园和小学，主要采用教师培训与实验研究同步进行的工作模式。组织教师培训是项目开展的重要环节，一般采用集中培训和在岗培训两种方式，教师在参加此项目前必须参加一段集中培训，案例研究是培训的主要方式。通过培训使教师理解和体验儿童的学习过程和方式的特点和“做中学”科学教育的原则，掌握引导儿童主动探究和发现的有效策略，设计切合本校实际的“做中学”案例；教师要依据“做中学”科学教育的目标与原则，针对教学实践出现的问题，不断反思，增进对儿童学习和成长过程的理解，并形成新的教学案例，提高教育质量，推进整个项目的进展。“做中学”科学教育实验的过程，是教师与学生同步成长的