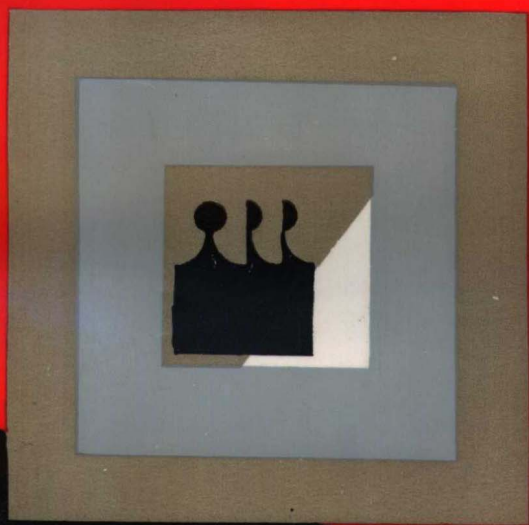


教 育 实 验 方 法

教育改革的理论和实践丛书



陈社育 柳夕浪 编著



J I A O Y U
S H I Y A N
F A N G F A

教育改革的理论和实践丛书

教 育
实 验
方 法

陈社育 柳夕浪 编著

浙 江 教 育 出 版 社

责任编辑 蒋 恒

封面设计 杨 光

教育改革的理论和实践丛书

教育实验方法

陈社育 柳夕浪 编著

浙江教育出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

*

开本850×1168 1/28 印张12.5 插页2 字数275000

1991年4月第1版 1991年4月第1次印刷

印数 1—4000

ISBN 7-5338-0704-9/G·705 定 价: 3.00 元

序 言

陈社育、柳夕浪两同志合作编著的《教育实验方法》一书由浙江教育出版社出版了。我为两位年轻同志通过辛勤劳动而取得的成果感到由衷的高兴。

当前，教育科学理论的贫困已成为公认的事实。造成这种事实的原因固然有多方面，但其中一个不可否认的原因就在于包含在教育科学内部的理论要素未能建立在丰富的、可靠的经验要素的基础之上，特别是没有能建立在大量通过受控实验而获得的经验要素的基础之上。为此，教育理论往往或流于思辨、或陷于直观。为了使我国的教育科学能得到长足的发展，多年来，人们一直在呼吁着教育实验。

十一届三中全会后，为使我国的教育能更好地跟上现时代科学技术的发展，适应我国的物质文明和精神文明建设的需要，教育的改革也正在世界性和全国性各方面改革的宏大背景下开展起来。在教育的改革中，人们又普遍地认识到，改革的成败不能仅仅凭借于良好的愿望和主观的意志，改革所应遵循的道路也不能靠尝试的方式去寻得。在这里，人们也在召唤着教育实验——这一教育改革的科学探索的工具。

正是出于理论的、实践的需要，近年来，教育实验正在全国各地、各级各类学校广泛开展起来。同时也已经取得了一系列可喜的成果。但是，我们也不能不看到目前所进行的教育实验确实存在一些不足之处，首先是有不少实验尚缺乏

科学的理论假设和实验设计，没有严格的条件控制和合格的统计分析；再是受到现在人们所一般掌握的、具有一定局限性的实验理论和技术方法的限制，实验的发展及其成果的取得都受到一定的影响。本书的编著和出版旨在对教育实验的理论和技術方法进行探索和研究，宣传和普及，以此推动教育实验的发展。我认为，它应该是一本切合实际需要的读物。

本书不仅从理论上对教育实验的特点与原则、教育实验与其它科学理论、科学方法的关系，以及课题的选择、设计等方面进行了探讨，而且在如何进行实验设计、实验各个环节的工作方法以及各部分的技术问题都作了较为详尽的介绍。同时，为使广大教育工作者、实验人员均能掌握有关的理论和方法，作者在可读性方面也下了一番功夫，如对实验方法、步骤的介绍二处都结合实例来进行。

希望本书的出版能对教育科学的繁荣和教育改革的发展起到它应有的作用。

鲁 洁

一九八九年四月二日于南京

目 录

序言	1
第一章 教育实验——探索教育现象内在的因果联系	
.....	1
第一节 因果关系的理论与实验的基本特征	1
第二节 实验的种类与教育实验的特点	8
第三节 教育实验的程序和原则	15
第四节 实验法在教育科研中的意义	24
第二章 确定课题——假定原因与假定结果	40
第一节 源于实践 导于理论——课题的形成	41
第二节 数一见百 百里挑一——课题的选择	52
第三节 整体着眼 部分入手——课题的明确	58
第三章 实验设计——提供因果推论的逻辑基础	65
第一节 实验设计的意义	65
第二节 实验变量的操作	71
第三节 无关变量的控制	75
第四节 被试的选择	81
第五节 实验设计的评鉴	92
第四章 实验设计分述（一）——传统实验设计	95
第一节 单组实验设计	95
第二节 等组实验设计	112
第五章 实验设计分述（二）——时间序列设计	132

第一节 单组时间序列设计	133
第二节 等组时间序列设计	159
第六章 实验设计分述(三)——方差分析型实验设计	
(上)	175
第一节 完全随机化设计	175
第二节 处理对层级设计	184
第三节 随机重复设计	201
第四节 拉丁方区设计	206
第七章 实验设计分述(四)——方差分析型实验设计	
(下)	220
第一节 要因实验设计	220
第八章 实验设计分述(五)——协方差分析	251
第一节 协方差分析的原理及计算程序	252
第二节 几种实验设计中的协方差分析	264
第三节 协方差分析中处理均数的比较	278
第九章 实施计划——搜集因果论证的材料	281
第一节 实验进程的控制	281
第二节 实验资料的搜集	287
第十章 总结整理——作出因果关系的结论	312
第一节 材料的归类整理	312
第二节 理论总结探索	322
第三节 实验报告的撰写	334
附录一 青浦县数学教改实验述评	339
附录二 统计检验常用表	
1. 随机数码表	363
2. 正态分布表	367
3. t 分布表	372

4. χ^2 分布表	373
5. F 分布表	375
6. q 值表	385
主要参考文献	387
后记	390

第一章 教育实验——探索教育现象内在的因果联系

正确把握教育现象内在的因果联系是做好教育工作的重要条件。通过教育科研，揭示某种教育现象产生的原因，我们才能根据原因去创造条件，取得好的教育效果，避免不良后果的发生。而探明教育现象内在因果联系的最有效的途径，是开展教育实验，放弃了实验，也就放弃了因果分析的最有力的工具。为什么这样说？本章将从以下几个方面重点讨论这一问题：一、什么是因果关系及实验的本质特征；二、实验的种类以及教育实验的特点；三、教育实验的程序和原则；四、实验法在教育科研中的意义。

第一节 因果关系的理论与实验的基本特征

一、因果关系理论

揭示客观事物内部以及它们之间的因果关系，是科学研究的主要任务。与此相联系，探索并掌握分析因果关系的一般理论和方法，便成了科学研究方法论的首要问题。

1. 什么是因果关系。

我们知道，世界上的一切事物和现象并不是彼此孤立的，而是相互联系、相互制约的，整个世界就是“一幅由种种联系和相互作用无穷无尽地交织起来的画面”。^①寒潮来了，会引起降雪；雪降多了，冻死害虫；害虫死了，庄稼长得好，粮食就丰收了。这是日常生活中司空见惯的现象。达尔文的生物链揭示了一个有趣的事实：猫多→田鼠少→蜂多→三叶草旺→羊壮，结果，猫多了，羊便壮了。原因和结果就是“各种事件的世界性的相互依存、（普遍）联系和相互联系的环节”，“是物质发展这一链条上的一环。”^②若从达尔文的生物链中抽取出其中的一环：猫多→田鼠少，即猫多造成田鼠少，可以看出其中包含了因果联系。引起一定现象的条件（猫多）就是原因，由原因而造成的现象（田鼠少）就是结果。

因果联系是事物内部及事实之间相互联系的一种形式，是一种引起和被引起的关系。这种关系同所谓共变关系、函数关系有实质性的区别。共变关系（统计学上称相关关系）指事物之间的一种互相伴随、变化的关系。存在着共变关系的事物之间可能有因果联系，也可能没有。如身高与体重，身体增高，体重也会相应地增加，但身高不是体重的“因”，体重也不是身高的“果”，它们并无引起和被引起的关系。函数关系是变量之间相互依存、相互对应的关系，它并没有表明“引起”关系，在函数关系中自变量和因变量之间可以互换位置，互换后，函数和反函数在对应关系上等价。而当我们从事物发展的因果链条中抽取其中的一环，其

①《马克思、恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年5月版，第60页。

②列宁《哲学笔记》，人民出版社1961年版，第168页。

谁为因，谁为果，因在前，果在后是确定的，不能颠倒的。

在因果关系中还有一种互为因果的特殊关系，即所谓一定原因引起了某一结果，而这一结果反作用于原因，在某种意义上又成为原因。或者，在先前过程中作为结果的因素，在后续过程中已作为原因而存在。互为因果的实质仍然是原因引起了结果。

因果关系、函数关系与共变关系这三者的联系可用下图表述之：

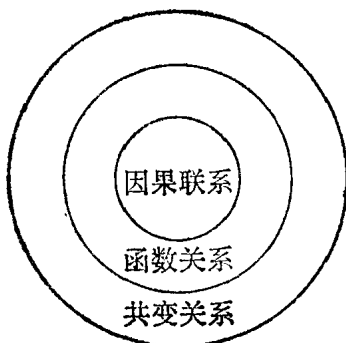


图 1—1 因果、函数、共变三者关系图解

由于因果关系问题的重要性，自古以来许多哲学家和自然科学家都关心对它的研究，提出各种各样的理论。但是，正象20世纪最杰出的科学家爱因斯坦所感叹的那样：“我们目前应用因果原理的粗糙办法是十分肤浅的”，“迄今所流行的因果原理的表达方式是相当不成熟的。”^①传统因果理论认为：因果联系是一种确定性的必然联系，即当在起作用的全部原因完全确定的情况下，它就必然引起一种确定的结

^①林定夷《科学研究方法概论》，浙江人民出版社1986年2月版，第222页。

果。这种决定论的因果模型导致了人们对因果链条理解的僵化，导致了对事物发展的排斥。它不但在自然科学微观领域尤其是量子力学研究中碰了壁，而且在社会科学研究中也带来了不应有的烦恼。由于社会现象的纷纭复杂，对某一社会现象起作用的全部原因是难以完全确定的，因而人们似乎也就难以把握所谓“完全确定的结果”，以此分析社会现象之间的因果联系。事实上，客观世界的运动是绝对的，引起某种现象的诸多原因也是变动不定的，总带有某种不确定的性质，就象对微观粒子运动不能作定域性的描述一样，这就使因之而产生的结果也变得不那么确定而带有随机性质，使因果联系服从一定的统计规律。

2. 判明因果关系的准则。

假设有 A、B 两种现象，我们怎样才能判明它们之间是否有引起和被引起的关系，即因果联系呢？一般说来，我们可以遵循以下三条原则：

第一，共变原则。既然因果关系是引起和被引起的关系，那么，两种现象之间必然因某一种现象变化而导致另一种现象发生变化。或 A 现象改变，B 现象必然随之而变化，或者 B 现象改变，A 现象也随之而改变，也就是说，原因和结果之间必须存在着共变关系。倘若 A 变而 B 未变或 B 变而 A 未变，则我们可以断定它们之间不存在因果联系。

第二，居先原则。存在共变关系的两种现象之间，究竟谁为因，谁为果，对此，必须进一步查明。因为只有这样，我们才能将因果联系和函数关系区别开来。分辨时，应根据居先原则，即在时间上，原因变化总是先于结果变化。但是，在时间上先后相继变化着的现象并不一定都存在因果联系。为此，判明因果联系还必须遵循第三条原则。

第三，控制原则。既然 A、B 两者之间存在着实质性的引起和被引起的关系，那么，它们之间的共变关系就不应该由于 A、B 两种现象之外的第三变量的存在而消失。如果 A、B 两种现象之间存在的先后相继的共变关系，因为第三变量 C 的存在而消失，则我们可以断定 A、B 之间不存在因果联系。如果这种共变关系因为第三变量的存在而加强或减弱，则只能认为 A 是引起 B 的部分原因，而非全部原因。为此，分辨因果关系时，必须对所谓的第三变量即原因和结果以外的变量作有效的控制。

二、实验的基本特征

所谓实验，实际上就是遵循共变、居先、控制原则来客观地查明事物之间因果联系的过程。为什么这么讲？我们不妨从科学实验的奠基者——伽利略的斜面实验说起。

三百多年前的伽利略为了纠正亚里斯多德抽象思辨中的错误（亚里斯多德认为：在自由落体运动中，物体越重，运动速度越快；反之，就越慢），亲自动手做有名的斜面实验（亦称冲淡引力实验）。他设计了一个长 6—7 公尺，宽 4 公分，厚 25—30 公分，糊有摩擦力很小的羊皮纸的条板，把重量不同的金属球分别从斜度不同的光滑的斜面上滚下来，用脉搏跳动次数（后改为钟摆）作为“计数器”，测量小球滚动的快慢，得出球体滚下的加速度与斜面的斜度有关，而与球体的重量无关的结论，发现了自由落体定律。^①用一块条板、几只小球做实验，与现代尖端科学实验相比，那实在是

^①东北工学院自然辩证法研究室编著《自然科学发展简史》，辽宁人民出版社 1984 年 2 月版，第 108—109 页。

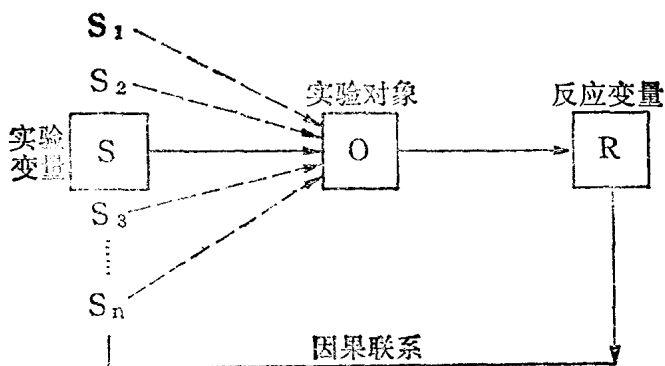
再简单不过的了，但这个实验却是经典性的，伽利略因此而
被奉为近代实验科学的奠基者。它的经典意义就在于：

第一，实验者有目的地改变某种条件（改变球的重量、
变动斜面的斜度等）来观测和确定另外一些现象（球体滚动
的加速度）是否随之而变化，以探索条件与现象之间的因果
联系，从中找出规律来。这正是一切实验研究的实质。在这
里，研究者所操纵的条件就是实验变量，由此引起的现象就
是反应变量。

第二，伽利略的斜面实验起因于对亚里斯多德论断的怀
疑，并由此出发，重新对自由落体运动速度问题加以思考，
初步形成了物体重量与运动速度无关的假设，然后设计、
操作实验，对假设进行检验。实验者在实验操作之前，已经
形成对研究对象的因果联系的某些设想、猜测，整个实验工
作是以理论假设为先导，以验证假设为目的。诚如科学哲
学家贝弗里奇所言：“假说是研究工作者最主要的思想方法
……确实，绝大多数的实验……都是以验证假设为明确目的
来进行的。”^① 那种缺乏理论假设的引导，碰碰运气的盲目
行动，不能称之为实验。

第三，它把自然界的自由落体运动搬到斜面上来进行，
延缓了自由落体运动的速度，冲淡了引力，这样便于测量球
体滚动的加速度。使用光滑的条板，减少摩擦力，排除了各
种偶然因素的干扰，使实验条件得到了简化，原因和结果以
外的第三变量得到了有效控制，保证了因果推论的可靠性。
这种在控制条件下查明因果联系的方式，是实验法区别于其
他科研方法的本质所在。上述实验过程可用图 1—2 表示。

① 转引赖瑞云《论自然实验》，《教育研究与实验》1989年第1期。



$S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ 为无关变量，虚线表示其受到有效控制。

图 1—2 实验过程模式图

三百多年来的一切科学实验，其基本精神与伽利略的斜面实验一脉相承。

三、实验的基本组成部分

从认识论的角度看，科学实验都是由下列三个基本部分构成的：

第一，认识的主体——实验者及其活动。科学实验是作为认识主体的实验者的一系列的操作活动，包括外在的行为动作和内在的智力操作两个方面。

第二，实验对象，即实验者所要认识的对象，也就是认识的客体。其中既包括物质的运动，也包括精神的运动；既可以是自然实体，也可以是社会实体。

第三，实验手段。它是沟通实验者和实验对象的中间环节，通常由实验仪器、工具、设备等客观物质条件构成，其作用表现在两个方面：一是使实验结果能够准确及时地记录

下来；二是控制、干预实验对象，使之显露出来，为实验者所认识。

科学实验的过程就是实验者通过自己有目的的活动，借助于实验手段这一中间环节，使实验对象发生预定的变化，从而认识实验对象的过程。

第二节 实验的种类与教育实验的特点

一、实验的分类

科学实验可按照不同标准分成不同的类别。

根据实验地点的不同，实验可分为实验室实验和自然实验。实验室实验在特定的实验室内进行，实验人员对实验条件的操作和无关因子的控制都比较完善，能够利用精密的观测仪器准确记录实验程序和实验结果，因而实验精密程度高。但这种实验的情境和设置是人为的。当它用来研究社会领域中的一些问题（如研究人的心理现象）时，就会造成实验情境与实际生活情境差别较大，使研究结果的应用推广受到一定的限制。自然实验是在自然状态下，在现实生活情境中（如在课堂教学情境中），按照研究目的，控制和改变某些条件，在不影响正常的生活秩序的条件下观测被试的行为表现。由于自然实验在日常生活实际中进行，因而研究的结果比较接近生活实际，应用价值较大，也正因为它的自然性不利于条件的严密控制和精确测试，所以实验的精度不如实验室实验高。

根据实验因子的多少,实验可分为单因子实验(也称单一变量实验)和多因子实验(也称组合变量实验)。前者仅考察某一个方面的因素的效应,后者要考察许多方面因素各自的效果以及它们之间的相互作用。如教育实验中,若我们仅考察不同教法的效果,这便是单因子实验,若想通过一次实验,不仅要考察教法的不同对教学效果的影响,而且要考察学校类型的不同、学生智力水平的不同对教学效果的影响,这便是多因子实验。

根据探索因果联系的进程,实验可分为探索性实验和验证性实验。如果实验者对课题还缺乏必要的了解,或者根据现有的知识还不能提出明确的假设,就可以通过探索性实验取得必要的事实数据,探明造成某种现象的原因究竟有哪些,或者操纵某些条件的变化可能会引起什么结果(故有人把探索性实验称为“试验”或因素型实验)。它的特点是实验因子多,常将许多可能影响结果的因子组合在一起,安排在实验中进行比较、筛选、淘汰、更新;实验的规模较小,重复次数较少;它重在搜集多方面的事实材料,对实验精度的要求不高,结论也显得比较粗糙。如果对研究课题的现状比较明确,能够提出比较具体的假设,实验只是为了验证该假设是否成立,这种实验就是验证性实验。当验证实验的结果与原先假设不一致时,还可以修改原假设,或者提出新的假设,重新设计和开展实验予以验证。它的特点是问题十分明确,因素不多,但每一因素的水平将分得更细,并要增加重复次数,扩大实验规模,以提高实验的精度。由于它往往在比较大的范围内进行,能够使实验结果中反映出来的规律性的东西变得更加符合实际、更具体、更科学。开展验证性实验是实验结果推广和应用的必要前提。