

陆明德 许洪生 编著

实验教学的原理 与 艺术

江苏教育出版社

实验教学的原理与艺术

陆明德 许洪生 著

江苏教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

实验教学的原理与艺术/陆明德,许洪生著. —南京:江苏教育出版社,2000.12

ISBN 7-5343-3499-3

I. 实... I. ①陆... ②许... III. 实验课-教学研究- N. G424.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 79884 号

实验教学的原理与技术

作者 陆明德 许洪生

出版发行:江苏教育出版社

(南京市马家街 31 号,邮政编码:210009)

网 址: <http://www.edu-publisher.com>

经 销:江苏省新华书店

照 排:南京展望照排印刷有限公司

印 刷:南京五四印刷厂

(南京市中和桥 61 号,邮政编码:210007)

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 5.125 字数 110 000

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—2000 册

ISBN 7-5343-3499-3

G·3184

定价:5.00 元

江苏教育版图书若有印刷装订错误,可向承印厂调换

苏教版图书邮购一律免收邮费。邮购电话:025-3211774, 8008289797, 邮购地址:南京市马家街 31 号,江苏教育出版社发行科。盗版举报电话:025-3300420、3303538。提供盗版线索者我社给予奖励。

我时时在观察学生,但更多地在体察自己:追踪流逝的思维,捕捉闪烁的灵感,寻觅朦胧中的艺术精灵。这就是我——一个教师的终生追求。

——作者

前 言

实验教学在整个教学过程中占有重要的地位,从教学过程看,实验不仅是提供直观素材的手段,而且也是理论研究的基础,它不仅为概念的建立与思维发展提供了丰富的素材,同时也是各种技能培养的主要场所。回顾整个科学教学的过程,从幼儿园学搭积木到中学生在实验室验证或探索某个结论,我们都离不开实验。完全可以说,我们生活在一个科学的殿堂里,而实验则是这个殿堂的基石。

实验教学艺术的目标在于创建实验教学过程的和谐美,在不断揭示科学本质的过程中,去寻求最优化方法与实验教学的最佳效果。实验艺术,归根到底是一种视觉艺术,它与认知心理与实验技能紧密相联。教师是实验教学的主体,实验教学艺术是教师驾驭实验能力的体现,实验教学过程是教师的一种特殊的科学创造过程。实验始于观察,而观察与视觉思维有着不解之缘。因而,视觉思维的基本原理是实验艺术形成之父。实验又离不开操作,因此技能的形成准则是实验艺术的发展之母。本书从观察入手,阐述了实验操作技能的形成过程,实验问题解决的思维方法,实验教学的组织原则,实验显示的各种艺术途径与原理。本书旨在为幼儿教师、中小学理科教师、师范院校的学生提供一本研究实验教学原理与艺术的读本。愿这本集实践与理论探索的小书,能成为广大同仁的益友。

本书特邀编辑南冲。

作 者

一九九九年五月

目 录

前 言

第一章 观察的原理

本章提要	(1)
1. 视觉的光学过程	(2)
2. 视觉的思维过程	(4)
3. 视觉与实验教学	(6)
4. 观察与感知差异	(7)
5. 观察的层次	(8)
6. 观察与视觉的延伸	(11)
7. 目标制定与观察方法的掌握	(13)
8. 记忆偏爱形象还是意义	(22)
9. 观察与示意图	(24)
10. 观察能力的培养与教学	(25)

第二章 实验技能的形成

本章提要	(28)
1. 技能形成的过程	(29)
2. 技能形成的两项指标	(31)
3. 练习的速度	(32)
4. 技能获得过程中的高原现象	(34)

5. 实验技能的表征——生成子	(34)
6. 实验技能表征与教学	(36)
7. 天平称量物体质量生成子系统	(37)
8. 技能的迁移	(39)
9. 实验操作过程中的动作迁移与程序迁移	(40)
10. 实验技能的学习	(42)

第三章 实验问题的解决

本章提要	(50)
1. 实验问题的解决实例分析	(51)
2. 实验中的创造性	(53)
3. 问题空间与树形图	(54)
4. 随机选择与策略选择	(54)
5. 相似性对策略选择的干扰	(57)
6. 实验思维方法	(59)
7. 实验问题解决的定势效应	(67)
8. 影响解决实验问题的因素	(68)
9. 解决实验问题技能的培养	(71)

第四章 实验过程的组织

本章提要	(74)
1. 两种方案的比较	(75)
2. 直观的趣味本质	(76)
3. 实验教学的最佳状态	(78)
4. 两种教学程序的差异	(78)

5. “图-底”关系及其转化	(80)
6. 讲授的内容	(82)
7. 讲授的时机	(85)
8. 技能训练的组织技巧	(87)

第五章 实验技术概述

本章提要	(89)
1. 实验技术是实验教学艺术的基础	(89)
2. 操作要领的科学本质	(90)
3. 装配技术	(92)
4. 实验操作过程中的动作要领与装配技术	(95)
5. 放大技术	(96)
6. 精细技术	(100)
7. 模拟技术	(101)
8. 计算机技术	(102)

第六章 实验艺术

本章提要	(104)
1. 魅力在于反差	(105)
2. 反差艺术魅力的本质	(106)
3. 三种思路	(107)
4. 反差与思维	(108)
5. 情景基调的艺术效果	(109)
6. 情景基调的创设	(111)
7. 实验情景基调与新教材编写	(112)

8. 情景基调创设的心理学原理	(115)
9. 知觉趣味的变化与实验教学的艺术	(116)
10. 原理显示	(118)
11. 效果综合	(120)
12. 实验教学遵循的原则与艺术特征	(122)

第七章 实验考试与评价

本章提要	(126)
1. 实验考试的功能	(127)
2. 教学大纲与实验教学目标	(129)
3. 实验考试目标的制定与考试方法的选择	(130)
4. 实验考试类型与操作考试的组织	(131)
5. 实验考试与评价	(133)
6. 实验操作考试的命题与评分标准的制定	(137)

第八章 课堂实验教学实录与评析

本章提要	(141)
1. “萘熔解与温度关系”实验教学实录与评析	(142)
2. “伏安法测电阻”实验教学实录与评析	(144)
3. “蜡烛的燃烧”实验教学实录与评析	(148)
4. “观察根对矿质元素离子的交换吸附现象”实验 教学实录与评析	(151)

第一章 观察的原理

本章提要

1. 视觉感知事物有两个过程,即光学过程和思维过程。这两个过程的综合称为视觉思维过程。视觉思维具有选择、简化与抽象的功能。实验观察出现的某种失误就在于视觉思维的这种选择、简化过程与实验目标之间的差异。

2. 观察,其本质为视觉对空间的搜索。观察并不等于感知,观察与感知之间的差异从本质上讲是观察能力与兴趣指向的差异,这种差异又体现在观察的不同层次上。

3. 视觉思维不会满足于事物的直接呈现,它具有把握实验全貌与透视其内部结构的功能,这就是视觉的结构延伸。同时,视觉表象与原有认知结构中的某种表象的相互作用,在特定的实验教学条件下,对实验的现象、机理、结果、故障等进行合理的审视,这是视觉的功能延伸。视觉的结构延伸与视觉的功能延伸是观察能力的一种体现。

4. 实验观察要求视觉对观察的对象实施系统的全面搜索,这种搜索能力体现为观察程序的制定与观察方法的运用。观察过程中时空的压缩与延伸,是实验观察者所具备的一种高层次的观察能力。

5. 在现象观察中,形象只有揭示其内在意义才能进行有效编码,从而进入大脑的记忆之中。在对形象的记忆研究中,示意

图是一种有效的教学手段。究其本质,在于示意图牺牲了细节,突出了本质,这与记忆-遗忘规律相一致的缘故。

6. 观察能力的培养必须坚持“实践第一”与“循序渐进”的原则。教师讲授是学生自主观察的一种目标引导,而观察目标的制定是观察“指向性”与“有序性”的标志。观察与思维紧密相联,因而在理论的指导下,将思维能力的发展与观察能力的培养紧密相联,是观察能力培养的根本途径。

一只熊猫的形象进入儿童的眼帘,每一个儿童会不会有相同的感受?一台仪器展现在学生面前,每一位学生会不会产生相同的映象?视觉是不是像一台摄像机,把千姿百态的世界尽收眼底?观察是否等同于全息照相,把客观世界的信息无一遗漏地摄入脑海?事实并非如此简单,视觉感知事物的过程是一个包含有思维在内的复杂的过程。这一过程包括两个方面,即:视觉的光学过程与视觉的思维过程。

1. 视觉的光学过程

人的眼睛是视觉的感受器。其中视网膜是视觉器官的外周感受器,它由若干层神经细胞组成。视网膜上有两种感光细胞:圆锥细胞和圆柱细胞。它们的分布是不均匀的。圆锥细胞分布在视网膜的中央,特别是中央凹部分。而圆柱细胞则多分布在视网膜的比较边缘的部分。在视神经进入的地方没有感光细胞,所以形成盲点。圆柱细胞的特点是对微弱光线高度敏感,因而是夜视觉器官。圆锥细胞对光强度感受性低,因而是昼(白昼强光)视觉器官。圆柱细胞中含有夜视觉所必须的视紫红质。

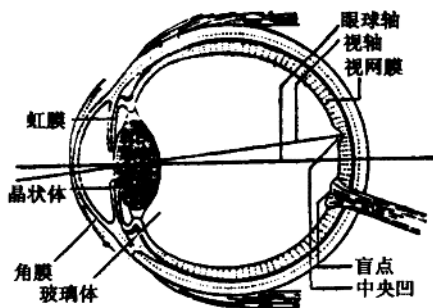


图 1 眼睛的结构示意图

圆锥细胞中含有昼视觉所必须的视紫质。圆锥细胞可以感受并分辨颜色,圆柱细胞则不能。一个物体进入人的视域之后,首先发生的是一系列光学过程。物体的反射光线通过眼球晶状体的折射,在视网膜上形成物体的像。光的作用引起感受器中色素(视紫红质和视紫质)的变化,产生光化学反应。光化学反应引起视神经细胞的兴奋,这种兴奋被视神经传输到大脑,从而被人感知。

有趣的是视觉感知过程中眼球的生理震颤,这种轻微的生理震颤频率为 30—70 赫。此外视线还在对象上慢慢地飘移。结果,人的视觉对象在视网膜上形成的像并不是完全恒定的,它的位置不断地随时间微变,有证据表明,像在视网膜上的这种漂移对于知觉极为重要。当我们应用各种技术,迫使影像不随时间漂移而精确地定位于视网膜上时,对象的知觉即行消失。其原因似乎是,如果同一感光细胞和神经元通道被不停地重复使用,它们就会疲劳而停止反应。

2. 视觉的思维过程

外部的世界经过眼球投射到视网膜成像的过程,是一种全息摄影过程。但是,每一瞬间大量涌进的信息,我们不可能全部感知它。正如 J.R. 安德森在认知心理学中所描写的那样:“面对知觉系统主要问题是它必须把所有的信息,按照能使环境成为有意义的方式,对巨大负荷的信息进行加工。除非感受信息迅速受到编码,否则它很快就从映象和回声储藏所中消失。”^①因此,感知过程将对摄入视网膜的信息进行选择与简化。这一过程中注意的作用极为重要。认知心理学认为:注意是一个十分有限的资源,它按兴趣与需要的指向,把这有限的资源分配给正在进行的感知过程,以及其他非知觉的认知过程(例如演绎与推理)。这就是视觉的选择与简化。这种视觉的选择与简化在人们的感知活动中随处可见。例如:无论是在一组幼儿眼前呈现一组玩具还是在一组中学生面前放一台仪器,过一段时间取走,然后让他们叙述刚才所见,我们会发现,他们的映象各不相同。这种不同,并不全是记忆的遗忘,更主要的是兴趣与需要的指向不同,从而导致视觉选择与简化的结果不同,使不同的人形成不同的感知。

格式塔心理学对视觉的这种选择与简化功能作了专门阐述。格式塔心理学认为,视觉总是将观察到的事物的特征加以简化,抛弃一部分特征强化另一部分特征,从而达到选择的目的。因而积极的选择是视觉的一种基本特征。这种积极选择包

^① [美] J.R. 安德森著《认知心理学》,吉林教育出版社,1989 年版, p.74。

括两个方面:其一是视觉器官的生理选择;其二是认知过程的抽象选择。阿恩海姆在《视觉思维》一书中就视觉的生理选择作了这样的论述:“我们必须记住,它们(眼睛)并不仅仅是为认识而存在的认识工具,而且是为生存延续而进化出来的生物性器官,从一开始起,它们的目标就对准了或集中于周围环境中那些可以使生活变得更加美好和那些妨碍其生存活动顺利进行的方面。”^① 视觉的这种积极指向,就是视觉的生理选择。进而,从视觉到感知还经历一个抽象的过程。格式塔心理学认为,这个过程表现为观察者为刺激物不能构成简约合宜的格式塔时出现的改变刺激物的强烈趋势:一方面会放大扩展那些适宜的特征,另一方面又会取消和无视那些阻止和妨碍其成为一个简洁规则的好的格式塔的特征。例如,一个成 85 度或 95 度的角,其多于或少于直角的那 5 度往往会被忽略不计,从而被视为直角;轮廓线上有中断或缺口的图形,往往被补足或“完善”为一个完整连续的整体;稍有一点不对称的图形往往被视为对称的图形等等。这种竭力将刺激物加以组织、改造或纠正的现象,最突出地表现在儿童的绘画中。儿童画图并不像一般人认为的那样,是照猫画虎,记录原物,而是对原物作了大幅度地改造之后的形象,因而看上去极为简约。举例说,眼前事物的形象明明是方的或三角形的(如一把锯子的锯齿)在儿童画中却变成圆的,画人物时,四肢与躯体不再是平常的倾斜关系,而是与之接近垂直(图 2);本来是开放的图形,在画中也被画成关闭的;各组成成分的大小不均匀而且不对称的形,被画成各部分大小相等且对称的形,等等。阿恩海姆指出:这样一种现象,并不完全归结为儿童的智力

① [美] 鲁道夫·阿恩海姆著,光明日报出版社,1987 年版, p. 63。



图2 在儿童画中,原有锯条中的三角形尖齿变成了圆形,儿童的四肢变成了接近垂直的图形

和绘画能力不发达,而是归之于知觉中占优势的简化倾向,即那种把外物形态改变为完美简洁的(或好的)图形的倾向。

视觉的生理选择与思维的抽象选择构成了视觉过程中不同层次的简约与选择的过程,视觉的这种简约与选择的功能是在一个内在“需要”驱使下进行的,只要这种“需要”得不到满

足,这种活动就会继续下去。正因为任何视觉过程都包含着抽象与简约,而这种抽象与简约都离不开思维,因而我们往往把视觉的这一过程称为视觉的思维过程。

3. 视觉与实验教学

视觉过程的简约与选择,往往与实验教学目标发生偏离。这种偏离表现在实验教学过程中当对实验的现象发展变化的过程进行观察与研究时,而这种教学的需要与视觉过程中这种由于兴趣或思维水平产生的需要发生偏离时,将会产生一种紧张。这种紧张由于不同的引导会产生两种不同的结果。一种是由于视觉思维的选择与简约作用偏离教学的需要,从而导致观察的失误。这种现象在实验教学中到处可见。举例说,同一班组学生观察同一实验过程,一些学生观察所得结果准确而又完整,但另一些学生观察所得结果片面或残缺,这种差异即是最好的例证。另一种结果,是利用这种紧张,在教师的诱导下,通过观察与思考改变原有的认知结构,从而形成新的需要。这时,紧张随

着教学的深入与发展而不断消除,产生新的心理平衡与愉悦,从而达到实验教学的预期效果。这种认知结构的调整与完善即表现在学生观察与思维能力的提高上。

4. 观察与感知差异

实验离不开观察,而观察究其本质而言,是视觉对刺激物的一种空间搜索过程。但是对于同一事物的观察,不同的人由于观察能力的不同其感知却存在极大的差异。对于这种观察的差异,人们做了许多研究,这些研究对于我们指导观察与实验是十分有益的。最著名的研究案例是德格鲁特给国际象棋大师与新手之间的观察差异的研究。德格鲁特给国际象棋大师看一盘棋局(即棋盘上有若干棋子,像正式下棋那样形成了一个棋局),看5秒钟,然后撤去棋子。国际象棋大师只看5秒钟即能记住20个以上棋子的位置。形成对照,国际象棋新手只能记住四五个棋子的位置。这个数目跟短期记忆的传统容量颇为一致。在这里大师与新手的区别在于,新手记住的是棋子的位置,而大师记住的是由四到五个棋子构成的组块^①。我们再来探讨生活中发生在我们周围的案例,举例说:一个对时装很有研究的

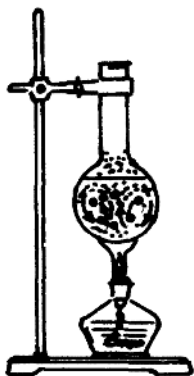


图3 水沸腾过程中不仅可以观察到小气泡由下而上、由小到大的运动,而且还会看到水的对流情况

^① [美] J.R. 安德森著《认知心理学》,吉林教育出版社 1989 年版, p.373。

女士与一个不修边幅的学者,同时看一眼某件时装,女士可以说出衣服的款式、面料、色彩、光泽乃至可能的手感,而学者只是记住了衣服的大致形状。这种现象充分说明了由于实践不同而形成的观察能力的差异,由于观察能力不同从而导致相同的观察而感知不同的结果。实验教学过程中这种观察能力的差异也是十分明显的。举例说,让学生观察水的沸腾过程(图3),然后回忆发生的状况。有些学生只回忆起杯中有气泡溢出,但有些学生不仅回忆到了气泡,而且回忆到气泡在上升过程中由小变大,在加热过程中气泡由少变多的情况以及水在加热点由下向上,而在其他部位则由上向下的对流关系。这种相同的观察产生不同感知的过程我们称为观察过程中的感知差异,这种感知差异,我们又称为实验观察能力差异。由此可知,观察并不等于感知。因此在实验教学中,教师指导的任务就在于让学生全面地感知实验的现象并由此去把握实验的真谛。

5. 观察的层次

不同的观察能力表现在不同的观察层次上,不同的观察层次体现在视觉搜索的过程之中。

(1) 视觉的兴趣搜索

当刺激物进入人的视域时,我们感兴趣的是人是怎样进行观察,并最终感知刺激物的存在的?事实上,人的注意总是由兴趣的支配而将视线投射到刺激物的某一点。这一点我们称为注视点。然后,眼睛将不断地移动视线从而转换注视的目标。这种转换是以一种跳动的方式来实现的,在每次转换目标以后,眼睛稍许停顿片刻。进一步注视这一目标,再跳动到新的注视点上去。眼睛就是这样不断地注视、跳动、再注视……观察所知觉