

目 录

第一章 数学学习的心理学基础	1
第一节 古典学习理论	3
第二节 行为主义学习理论	6
第三节 问题解决学习理论	11
第四节 学习发展理论	15
第五节 学习的认知科学	24
第二章 数学概念的教学研究	38
第一节 数学概念的逻辑分析	39
第二节 数学概念的学习分析	52
第三节 数学概念的教学设计	57
第三章 数学命题的教学研究	76
第一节 数学命题的逻辑分析	77
第二节 数学命题的学习分析	84
第三节 数学命题的教学设计	89
第四章 数学推理的教学研究	112
第一节 数学推理的逻辑分析	113
第二节 数学推理的学习分析	133



第三节 数学推理的教学设计	139
第五章 数学思维的教学研究	151
第一节 数学思维的理论分析	152
第二节 数学思维的学习分析	166
第三节 数学思维的教学设计	176
第六章 数学问题解决的教学研究	206
第一节 数学问题解决的理论分析	207
第二节 数学问题解决的学习分析	217
第三节 数学问题解决的教学设计	223
第七章 现行数学课程内容简介	234
第一节 数学课程内容的特点	235
第二节 数学课程内容的划分	243
第八章 “数与代数”的教学研究	251
第一节 “数与代数”的教学内容及结构安排	252
第二节 “数的认识”的教学	258
第三节 “数的运算”的教学	265
第四节 “常见的量”的教学	274
第五节 “式与方程”的教学	276
第六节 “正比例、反比例”的教学	280
第七节 “探索规律”的教学	285
第九章 “图形与几何”的教学研究	290
第一节 “图形与几何”的教学内容及结构安排	291
第二节 “图形的认识”的教学	294
第三节 “测量”的教学	304
第四节 “图形的运动”的教学	310

第五节	“图形与位置”的教学	318
第十章	“统计与概率”的教学研究	323
第一节	“统计与概率”的教学内容及结构安排	324
第二节	“简单的数据统计过程”的教学	327
第三节	“随机现象发生的可能性”的教学	342
第十一章	“综合与实践”的教学研究	352
第一节	“综合与实践”的教学内容及结构安排	353
第二节	“综合与实践”的教学要点	357
第三节	“综合与实践”的教学资源开发	363
第十二章	问题解决的教学研究	370
第一节	问题解决策略的认识	371
第二节	常用的问题解决策略	377
第三节	问题解决策略的教学要点	394
第十三章	小学数学课堂教学概述	407
第一节	数学课堂教学的基本形式	408
第二节	数学课堂教学的基本环节	413
第三节	数学课堂教学的主要课型	421
第十四章	数学新授课的教学研究	433
第一节	数学新授课的结构	434
第二节	数学新授课的设计	439
第三节	数学新授课的实施	449
第四节	数学新授课的评价	453
第十五章	数学练习课的教学研究	459
第一节	数学练习课的结构	460
第二节	数学练习课的设计	463



第三节	数学练习课的实施	471
第四节	数学练习课的评价	481
第十六章	数学复习课的教学研究	485
第一节	数学复习课的结构	486
第二节	数学复习课的设计	491
第三节	数学复习课的实施	497
第四节	数学复习课的评价	514
第十七章	数学探究课的教学研究	518
第一节	数学探究课的结构	519
第二节	数学探究课的设计	526
第三节	数学探究课的实施	531
第四节	数学探究课的评价	536
第十八章	数学“综合与实践”课的教学研究	545
第一节	数学“综合与实践”课的结构	546
第二节	数学“综合与实践”课的设计	550
第三节	数学“综合与实践”课的实施	554
第四节	数学“综合与实践”课的评价	563

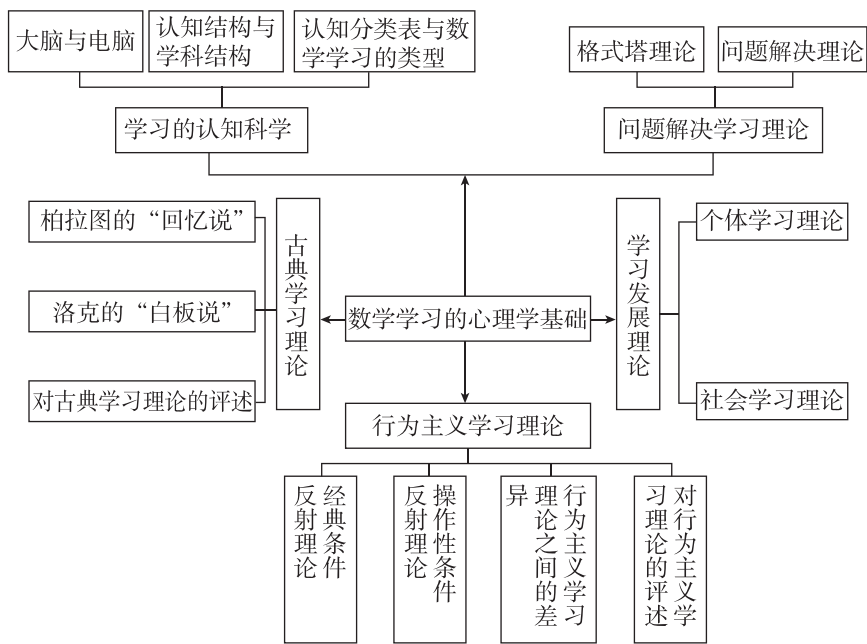
第一章

数学学习的心理学基础

本章概览

本章从心理学理论出发，探讨数学学习的心理学基础。具体来说：第一，基于古典学习理论阐述柏拉图的“回忆说”和洛克的“白板说”及其对数学学习的启示；第二，基于行为主义学习理论论述经典条件反射理论和操作性条件反射理论及其与数学学习的关联；第三，基于问题解决学习理论阐述格式塔理论和问题解决理论及其对数学学习的启示；第四，基于学习发展理论分析数学学习个体学习理论与社会学习理论；第五，基于学习认知科学最新研究成果探讨大脑与电脑、认知结构与学科结构以及认知分类表与数学学习类型等相关问题。

知识结构图





学习目标

1. 了解古典学习理论和行为主义学习理论。
2. 理解问题解决学习理论和学习发展理论并能用来解释数学学习。
3. 掌握认知分类表和数学学习的类型。

人类的学习是一个极其复杂的过程。迄今为止，人类对于“什么是学习”以及“学习如何发生”等基本问题的认识尚没有达成共识。但是，我们已经取得了一些关于学习较为合理的认识成果，这些认识成果有助于教师指导学生的学习以及自身的教学，并能够引发积极的、有益的教学反思。

人们关于学习的研究已形成很多种理论。从历史的视角来看，这些理论的创立有先后顺序，而且许多“后生”的学习理论都是在批判以前的学习理论的基础上建立起来的，并往往给人一种“取而代之”的感觉。但是，之所以产生如此不同而“繁多”的学习理论很可能是因为研究者戴着不同的“眼镜”，即从不同的视角对人类的学习的不同侧面进行了探究。在所有这些研究中，研究者在研究之初所形成的观念或假设，对其研究的结论有重要的影响。

中国古代关于人的学习心理研究有所涉及，但往往是零碎的，尚没有系统化，还没有形成一套理论。而西方从古到今形成了较为系统的理论，主要有：柏拉图（Plato，约前 428—前 347）的“回忆说”、洛克（J. Locke，1632—1704）的“白板说”、行为主义学习理论、问题解决学习理论、建构主义学习理论、社会学习理论以及基于认知科学的学习理论等。这些学习理论并没有优劣之分，它们都从不同的侧面探究了人类学习的复杂性。

需要指出的是，已有的学习理论并不能直接为数学教学提供具体的答案，或解决数学课堂教学中出现的特定问题。面对特定的数学教学问题，我们还需要考虑问题的情境、学生的经验及其此前学习和生活的背景等因素。但是，这些学习理论的价值可能就在于，它们能够帮助我们熟悉学生学习的一些可能的模式，以及建立在此基础上的可能促进学生学习的教学方法。在具体的数学教学中，采用基于何种学习理论的教学策略和方法，取决于教学内容和目标、教学的对象以及我们自身的实践智慧等。



第一节 古典学习理论

一、柏拉图的“回忆说”

柏拉图是古希腊伟大的思想家、哲学家和教育家。他曾创办阿加德米学园，在教学中以生动的对话来阐释、传播他的哲学和教育思想。柏拉图认为人的一切知识都是由天赋而来并以潜在的方式存在于人的灵魂之中。因此，认识不是对外部物质世界的感受，而是对理念世界的回忆。教育的目的是恢复人的固有知识。我国古代也有类似于“回忆说”的“生而知之”的思想，但“生知论”相对于“学知论”而言，一直处于边缘的地位。

柏拉图在其对话录中曾讨论这样一个问题：“学习者如何才能理解新的知识和事物？”假如一个人大脑一片空白，是个彻底的无知者，那么他究竟是怎样学习他一点都不理解的事物的呢？这个问题至今仍是学者们不可能绕过的根本问题。或许我们可以说，学习能否成功有赖于学习者是否具备某些先验的知识和经验。但如果继续追问：这些先验的知识是如何获得的。这样，就将陷入反复无穷的“循环论证”之中，并由此处于一种令人不安的窘境：在具有先验知识的条件下，学习是可能发生的，但是要习得这些先验知识，又必须具有另外的先验知识，以此类推，循环不止。

柏拉图对此问题给出了解答，有一定的神秘性和幻想性，但是他却似乎据此有效地绕过了“循环论证”。他的基本观点是：知识是天赋的，当人们诞生时，知识已经被安放在灵魂之中。在其对话录《美诺篇》中，柏拉图用著名的一节描述了一个从未学习过几何的儿童，是怎样凭借一连串的问题而独立发现毕达哥拉斯定理（直角三角形斜边的平方等于两直角边的平方之和）的。表面上看这个儿童学会了他之前全然不知的知识，但这仅仅是假象。实际的情形应该是这个儿童被唤起了一直存于其灵魂中的某种回忆。根据柏拉图的说法，如果一个人之前对某些事物一无所知，那么，他将无法学习这些事物。

柏拉图认为学习是一个很被动的过程。在学习过程中，印象是被刻画在接受新知识的灵魂上面的。柏拉图还讲过另一个著名的故事，即“洞穴”之喻。这个故事描述了一群囚徒被链子锁在了洞穴之中，他们只能背对着洞口，看到离洞口很远的墙，洞穴之外来来往往的人将各式各样的物品举在头上，而洞穴之内的人，只能在面前的墙上看到这些物品的影子。这些囚徒在洞穴中所学到的只是些



影子，但他们却将其视为真实存在的知识。而只有当他们被释放或允许转身时，才能看见实体并获得真实的知识。^①

柏拉图通过这个隐喻，说明“教”是将人从无知的链锁中解放出来的过程。但是，在这样的学习过程中，学习是被动的，学习至多只是让洞穴中的囚徒转身，允许其灵魂能更清楚地观察“实体”。

为了帮助我们了解柏拉图的思想，我们可以设想如下的教学情境。

问题情境

水果分配

学生：老师，我无法解出这道数学题。

老师：哪一题，小明？

学生：“如果你和坐在桌前的每个人都分得3个苹果以及2个橘子，而现在桌上共有25个水果，请问有多少人坐在桌前？”我不知道答案。

老师：你知道的。想想看，答案可能是一个人吗？

学生：不可能！

老师：为什么？

学生：因为一个人只能拿3个苹果和2个橘子，共5个水果，而桌上的水果比这多了许多。

老师：多了多少？

学生：20个。

老师：如果每个人都得到5个水果，那么应该还有多少人在桌前？

学生：4个！所以总共应该有5个人坐在桌前！

老师：你看！我说过你知道答案的。你只是需要让你自己能够将答案说出来。

在上述案例中，老师在进行教学吗？这位学生学到了什么？这是柏拉图学习理论的一个例证吗？我们可以试着和他人讨论。

无论如何，关于“学习如何发生”这个问题，柏拉图所提供的这个答案都不能让人信服。如果“人们只要有先验的知识就能学习”这一思想为真，那么，灵魂在重生前如何借由观察的过程来获得先验知识的问题尚未得到解决——除非灵魂已经知道某些事物，否则如何借由观察来学习呢？柏拉图的答案并未从根本上摆脱“循环论证”的困扰。

二、洛克的“白板说”

17世纪末，英国哲学家洛克试图回答柏拉图所提出的“学习如何发生”这一

^① 菲利浦斯，索尔蒂斯．学习的视界：第4版[M]．尤秀，译．北京：教育科学出版社，2006：10.



最根本问题。一方面，洛克认为知识不是与生俱来的，新生婴儿是带着空如白纸的心灵来到人间的，和我国先秦思想家墨子的“素丝说”相似，墨子以染丝为喻，来说明人性是教育、环境熏陶的结果；另一方面，洛克似乎还认为人们只有为儿童提供一些事物才能使其有能力学习。

我们可以用现代生活中一个简单的事例来说明洛克的看法。我们许多人曾买过电脑。当我们从崭新的包装中取出电脑时，计算机的内存中并没有任何内容。此时的计算机与洛克所言的新生婴儿十分相似，均是一块“白板”。即使在这样的状况之下，计算机仍有多种能力来执行一些运算。这些功能在制造计算机时，已经被设置好了。同样地，洛克认为，儿童在出生之时，已经具备了一些生物性的能力（只是这些能力尚处于“潜伏”的状态）。此种使学习得以产生的能力，自始就被“预置”在人类的心灵之中，是人类生物机制的一部分。但是这些能力需要以观念为基础才能运作。仍以计算机为例，只有当我们在其中输入基本资料，如“ $5+8=$ ”时，机器才能运转。而这些数字是来自计算机之外的环境。人类学习的情况大致也是如此。

洛克对学习的描述如下：新生婴儿不谙世事，但他们可以通过感官对环境加以感知而产生经验。他们通过听、看、触、嗅、尝等获得感觉，并产生一些“简单的观念”。孩童会将这些不断积累的简单观念储存起来，并渐渐地运用他们的综合和抽象等能力来建构“复杂的观念”。^①

洛克思想的要义在于：如果儿童没有具备一些经验，将缺乏一些相关的“简单的观念”。这样，在其建构“复杂的观念”时就会陷入困境。正是基于此，蒙台梭利学校才强调儿童早期感官经验的重要，并用不同颜色、形状以及质地的积木让儿童进行一系列的练习。洛克思想也引导我们思考：“什么样的经验或者‘简单的观念’才是儿童进一步学习新的材料时所应该具备的”这一问题。身负帮助学生学习职责的教师们，或许很少思考这个问题。

三、对古典学习理论的评述

柏拉图和洛克关于学习的理论都有一个共同的缺点，就是把学习者视为被动的角色，尤其是在获取知识之初更是如此。柏拉图认为，学生是真实存在物的旁观者；而洛克认为，学生的心灵仅是有待填充的容器。或许洛克从来没有认真观察过一个婴幼儿，忽略了婴幼儿最初认识世界时不断运用的触摸、吸吮等探索方式的重要意义。在柏拉图或洛克看来，经验是发生在学习者身上的事情；但是对现代的学习理论家来说，经验是学习者与外在环境交互的结果。

^① 菲利浦斯，索尔蒂斯. 学习的视界：第4版[M]. 尤秀，译. 北京：教育科学出版社，2006：15.



洛克理论的另一个方面是他的原子论，虽然引人注目，却饱受批判。洛克是著名物理学家牛顿（I. Newton，1643—1727）的朋友，对牛顿的思想和方法都很熟悉。牛顿将物理系统分解为最小的单位，称之为原子或微粒，然后研究其中的变化，即从原子开始，并由原子的聚合来描述其所构成的较大物体所呈现的特征。因此，洛克其实是沿用了牛顿的方法来解释儿童的心灵，即“复杂的观念”是由“简单的观念”组合而成的。

洛克将原子论的思想运用于儿童的学习心理存在一些问题。一方面，我们无法确定经验是否以原子单位的方式呈现并由心智组合成有意义的复合体。我们所处的环境包括数以百计大小不同的物体。当我们观察周围时，会在心中形成数十亿个“简单的观念”，但是很显然不太可能如此。另一方面，在洛克的原子论模式中，“简单的观念”是以简单的方式组合在一起的。但是，一切学习都是如此简单吗？有意义的“复杂的观念”果真是由“简单的观念”组合而成的吗？果真如此的话，教师的工作可能要简单多了：教师可能就会真的成为像车间的工人那样，给学生组装各种不同学科或领域的“复杂的观念”了。

第二节 行为主义学习理论

古典学习理论出现的时候，心理学尚未从哲学中分离。至19世纪末，心理学才从哲学中分离出来成为一门独立的学科。柏拉图和洛克虽然都是哲学家，但是他们对心理问题尤其是学习心理问题都很感兴趣。然而，他们对心理问题尤其是学习心理问题的探讨的方法仍是哲学的，而非科学的。现代实验心理学创立于19世纪70年代，行为主义学习理论建立在现代实验心理学基础之上，具有科学的精神，其研究成果存在一定的合理成分，在很大程度上揭示了学习的部分特质。在现代数学教育教学实践中，行为主义学习理论的一部分原则仍得到广泛的使用。

达尔文（C. R. Darwin，1809—1882）的进化论问世之后，人类被认为与动物界具有某种连续的关系，开启了从研究动物的生物历程来了解人类的生物历程的研究范式，这似乎孕育着广阔的前景。当研究者对心理现象感兴趣时，他们就可以按照这样的思路来开展研究。19世纪末以来，大量的研究活动都集中在探讨动物是怎样学习的，以及其驱力、本能、问题解决等问题上。行为主义学派正是在这一背景下发展起来的。

行为主义学习理论一般可以分为两类：一类是经典条件反射，一类是操作性条件反射。



一、经典条件反射理论

19 世纪末 20 世纪初，苏联心理学家巴甫洛夫（Ivan P. Pavlov，1849—1936）在研究狗的消化的过程中，偶然地发现了经典条件反射。巴甫洛夫发现无论自己什么时候喂狗，狗嘴里都会分泌唾液。狗甚至一看见食物，就会分泌唾液。经过进一步的研究，他发现如果在喂狗食物的同时按铃，重复几次后，只要狗听见铃声，就会分泌唾液，即使在不提供食物的条件下，也会如此。这时，狗已经产生了条件反射。

进一步研究的结果显示：人类和狗一样，都有一种天生的反射机制，即动物的生物禀赋使得其在面对某一刺激（食物）时会产生特定的反应（分泌唾液）。我们可以将其概括为：“刺激—反应”或“S—R”联结。巴甫洛夫的实验结果表明：在自然的反射中，一项新的刺激（铃声）与自然的刺激（食物）相联结，最后这项新“附加的”刺激可以单独产生原始的或自然的反应（分泌唾液）。换句话说，这项新的或是条件性的刺激取代了自然的刺激。

华生（J. B. Watson，1878—1958）将巴甫洛夫的实验结果用来解释人类的学习机制。对于在家庭中常见的例子：孩子是如何形成难以入眠习惯的。华生用巴甫洛夫的经典条件反射理论进行解释：孩子在入睡时，父母熄灯后将门关得过重而使孩子感到恐怖，于是就产生了经典条件刺激。每当父母要求孩子入睡并熄灯时，熄灯这一条件刺激取代了曾有的“关门过重而引起的噪声”而使儿童有一种恐怖感。^①

华生认为类似的现象是广泛存在的。每当教师对在黑板上做不出数学题的学生“大吼”时，学生可能因此而形成负面的反射。之后，如果有学生无法做出教师所出的题目时，许多学生可能就会马上感到紧张害怕。这样，学生甚至会对到黑板上做数学题就像对瘟疫一样唯恐避之而无不及。但是，经典条件反射理论不是万能的，有许多关于学习的例子，仅从经典条件反射的角度来解释会显得比较牵强。例如，经典条件反射理论是如何解释人类学习爱因斯坦相对论的呢？又是如何解释人类学习语言的呢？

二、操作性条件反射理论

操作性条件反射理论的代表人物有桑代克、斯金纳，他们共同发展了操作性条件反射理论，但对学习的解释存在不同观点。

^① 菲利普斯，索尔蒂斯. 学习的视界：第 4 版[M]. 尤秀，译. 北京：教育科学出版社，2006：25.



（一）桑代克的操作性条件反射理论

桑代克（E. L. Thorndike, 1874—1949）是现代教育心理学的奠基人。他把人和动物的学习定义为刺激与反应之间的联结，联结是通过盲目尝试、逐步减少错误而形成的，即通过试误形成的。桑代克以动物为对象研究学习过程，较著名的实验是饿猫开迷箱实验。将“饿猫”放入迷箱中，箱外放置着可望而不可即的食物。猫初入箱子时，乱叫、乱抓，偶然间触动了开门的设施而得以逃出并获取食物。在以后的实验中，猫在迷箱中的错误、盲目的动作随练习次数的增加而逐步减少，直至最后猫被放入箱中即触动开门机关，逃出并得到食物。桑代克连续做了多次测验，记录猫每次逃脱笼子所用的时间，由此制成的图表就是著名的“学习曲线”。根据这一实验结果，桑代克认为，动物初次进入迷箱时，其活动不是根据对笼子性质的理解，而是依照某种一般的冲动行事，随着错误反应的逐渐减少，正确反应的逐渐巩固，最终形成稳定的“刺激—反应”联结即“S—R”。

通过饿猫开迷箱实验的卓有成效研究，桑代克得出“试误说”的三大定律。（1）效果律。在试误学习的过程中，如果其他条件相同，当学习情境作特定的反应之后能够获得满意的结果时，那么其联结就会增强；反之，其联结就会削弱。（2）练习律。在试误学习的过程中，任何刺激与反应的联结，一旦得到练习运用，其联结的力量就逐渐增大；如果得不到运用，则联结的力量会逐渐减小。（3）准备律。在试误学习的过程中，当刺激与反应之间的联结，事前有一种准备状态时，实现则感到满意，否则感到烦恼；反之，当此联结不准备实现时，实现则感到烦恼。应该说明的是，虽然“尝试—错误”学习模式是从动物实验中抽象概括出来的，但它对于人类学习来说，仍有很大的借鉴意义。^①

在桑代克发现的“效果律”中，产生学习的机制远比巴甫洛夫学说或是经典条件反射理论要更加多样化。巴甫洛夫的学说或经典条件反射理论存在一个限制条件，那就是必须事先存在一个联结自然刺激和反应的反射，然后以条件刺激“取代”自然刺激，学习才会得以发生。然而，桑代克的理论并没有这样的限制条件，只要施以及时的强化和奖赏，任何刺激与反应之间都可以形成反射。

（二）斯金纳的操作性条件反射理论

20 世纪 30 年代后期，斯金纳（B. F. Skinner, 1904—1990）继承并发扬了桑代克的操作性条件反射理论。斯金纳在实验室中对老鼠和鸽子进行研究，取得了相当出色的研究成果。

斯金纳把动物和人的行为分为应答性行为 and 自发性行为。例如，风吹导致眨

^① 皮连生. 教育心理学[M]. 3 版. 上海: 上海教育出版社, 2004: 66.



眼,食物刺激味蕾引起唾液分泌,这些属于应答性行为。这类行为(或反应)是对特定刺激的应答,具有不随意性。巴甫洛夫的经典条件反射主要是研究这类行为。像婴儿喃喃自语,鸽子不停地啄地板等的行为属于自发性行为。这类行为不是对特定刺激的反应,而是机体自发产生的,但它们可以对环境施加影响并受意识控制,因而称之为操作性行为。斯金纳认为,操作条件反应(operant conditioned response)实验研究的是这类行为。

斯金纳进行操作条件反应研究的重要工具——斯金纳箱,斯金纳将饥饿的白鼠置于斯金纳箱中,白鼠会自发地发出多种行为,如闻、抓等。当它偶然踩压箱中的杠杆,杠杆与释放食物的装置连接,能自动释放食物至食槽中。假设你的目的是教会白鼠按压箱中的杠杆,那么每当它偶然踩在杠杆上时,立即释放食物。若干次这样的压杆与食物结合之后,不给食物,白鼠也会多次压杆。如同经典条件反射一样,若多次压杆而得不到食物,白鼠习得的压杆行为会逐渐消退。

斯金纳曾把上述原理应用到人类的学习上,如教学机器和程序教科书的研究。不论是教学机器还是程序教科书,教材都以小单元的形式来组织,在学习时学生需要回答问题,如果回答正确,则会获得正向的反馈,然后进行下一道题目;相反,如果回答错误,就会给他一道补救性的题目或者解题范例。斯金纳指出,教学机器只是提供符合学生预备程度的教材,还可以给学生提示,协助其做出正确的回答。



乘法表的实际运用

在小学数学课堂教学中,老师教学生学习乘法,老师先一遍又一遍地领着学生读乘法表。之后,又叫几个成绩较好的学生单独背诵乘法表。这几个同学都能熟练地背诵出来,老师分别对他们说:“背的真好!”之后,老师要求同学们将书本合上,并问5乘以8等于多少?许多同学想不起答案,只得从1乘以8,甚至是1乘以1开始默背。但仍有个别同学能迅速回答:40。听到答案,老师投以赞赏的目光,并竖起了大拇指,说:“真棒!”经过反复的提问和回答,在接近下课时,多数同学能熟练地习得乘法表。老师灵机一动,提了一个问题:我要买6本书,每本8元,一共要多少钱?全班学生无语。

这个案例是否体现了行为主义的一些观点呢?体现了哪些观点?当老师直接问“5乘以8等于多少?”时,为什么许多学生会从头开始背起呢?而当老师问“买6本书,每本8元,一共要多少钱?”时,为什么全班同学都沉默了呢?你能从中看出行为主义学习理论存在的一些问题吗?

三、行为主义学习理论之间的差异

为了解释华生、桑代克和斯金纳的理论间的差异,我们再分析前文中“小孩



难以入眠”的例子。华生对这个例子的解决办法是找出造成反应（不安的行为）的自然刺激。他认为，小孩睡觉前关灯这一刺激成了自然刺激的替代物。桑代克和斯金纳采用的方法则不同，他们关注的不是引发行为的刺激，而是该行为的后果。这样，他们对小孩的行为的解释可能就是，当小孩在睡觉时间大发脾气之后，究竟发生了什么？父母可能进入房间，把灯打开并安慰孩子。从桑代克和斯金纳的理论视角来看，父母的此种行为是对孩子很大的奖赏。小孩的恼人行为会因此而形成条件反射。这样，每次有相同的刺激出现时，小孩的恼人行为就会出现。要想改变小孩的行为，父母需要停止给他（她）“奖赏”，以杜绝此类行为的进一步发生。按照操作性条件反射的观点，小孩未受到奖励的行为将会逐渐消失。

四、对行为主义学习理论的评述

行为主义学习理论具有如下优点。首先，行为主义的理论很简明，它指出了学习产生的一种机制，而且这种机制具有普遍性，可以被用于整个动物界。其次，对于教师而言，这样一种学习理论，不仅学起来轻松，而且用起来也很有实效。教师在教育教学中，其很容易分辨哪些行为是好的，哪些行为是坏的，对于好的行为要给予奖励，而坏的行为则要给予惩罚。实际上，教师即使不了解行为主义的学习理论，在经验的层面上，也会认识到这种教学思路的价值。再次，行为主义学习理论以科学的实验揭示了人的行为尤其是学习的一些规律性的东西，从而为行为主义的教学提供了理论支撑。

行为主义学者似乎要规避柏拉图所提出的问题。学习之所以发生，并不是因为心灵中早已存在着某种东西，而是人类如动物一样，会重复出现受到强化的行为。因此，学习就可以被简单地描述成新行为的获得，而与心灵无关。斯金纳认为心理学家在研究中使用“心灵”“意识”等概念是很不科学的。作为一门科学，心理学只能对客观的、可重复获得的数据进行研究。操作性行为以及该行为所获得的结果，正具有这一特点。而学习者的心灵所产生的变化并不符合这一标准。虽然斯金纳并不否认在学习过程中，学习者的内在经验可能发生某种变化，但是，他认为除非这些行为可以被观察到，否则就不具有科学研究的价值。

作为一名教师，要用审视的批判的眼光看待行为主义学习理论，并思考如下问题：对学习的最后的解释就是学习者的行为的变化吗？这种理论是否遗漏了什么东西？发生在学习者心里的事件对教师是不是很重要？这与教师的工作有没有关系呢？行为主义的学习理论是否能够解释所有类型的学习？而且，行为主义的理论是否真的能够规避柏拉图所提出的问题？再以学习爱因斯坦的相对论为例，我们可以通过强化，使每一个学习者都熟练地背诵出相对论的公式，但是这很可



能仅仅是一种机械的背诵,学习者并没有真正理解所学习的内容。学生在学习之前,难道不需要了解一些东西吗?不谈心灵而只谈行为可能不能有效地解决问题。

另外,行为主义还存在着三大难题。(1)斯金纳对科学本质的认识过于狭隘。科学家并没有把不能够观察的事物都排除在科学之外。譬如,重力是看不见的,但它的作用显而易见。(2)斯金纳所提出的理论模式不能说明语言学的现象。乔姆斯基的研究证明了人们能够理解自己过去从没有见过的句子,或语言结构的意义,而能够理解自己过去从未见过的句子或语言结构的意义正是学习母语的儿童显而易见的现象。如果我们以前没有遇见过同样的句子,我们又如何能够受到强化而对这些句子产生反应呢?因此,行为主义的理论无法解释语言的学习。(3)一些实验揭示了学习者脑海中发生了重要的过程。譬如,某些老鼠到达目的地就给其食物加以正强化,这样就可以教会老鼠跑出迷宫;然后将迷宫的一些通道堵上,或改变迷宫的构造,老鼠仍然能够到达目的地。显然,这类实验表明,在老鼠的头脑中可能形成了“心智地图”并以此来引导自己的行为。^①

第三节 问题解决学习理论

本章前两节所探讨的学习理论具有一些共同的特征。(1)认为某些东西是人类先天所具有的,人类正是以此为条件而进行学习的。对于这个“某些东西”到底是什么,各种理论有不同的解释。柏拉图认为是与生俱来的观念,洛克认为是天生的才能,行为主义者则认为是某种天生的生理组织或机制,使条件反射得以产生。(2)认为学习是被动的。如行为主义理论认为新行为的“获得”,或多或少意味着它发生在学习者的身上,而不是学习者主动地完成某件事物。这些共同的特征也反映了其共同的缺陷,针对缺陷,人们提出新的学习理论,即认为学习是学习者主动地做某些事情。

一、格式塔理论

格式塔理论强调学习者的顿悟在其学习中的作用,主张学习是自动的活动。格式塔心理学的初创者柯勒(W. Kohler, 1887—1967)在特内里费岛(Tenerife island)对黑猩猩进行多年的研究,发现桑代克操作性条件反射理论存在的重大

^① 菲利普斯, 索尔蒂斯. 学习的视界: 第4版[M]. 尤秀, 译. 北京: 教育科学出版社, 2006: 31.



缺陷。他指出：桑代克的实验设计完全排除了猫发挥其聪明才智的可能性。他只是将猫关在一个笼子里，看它能不能逃出他所营造的逃脱装置。但是，在现实的情境中，这种情况基本上是不可能发生的，而桑代克却要通过它来描述人的学习历程。这个实验能够允许实验者去发现“你是否能够学习？”桑代克使动物处于不可能发挥自身聪明才智的情境之中。而仅依据此就武断地得出了结论：学习只是被动地发生在学习者的身上。

柯勒采取了与桑代克不同的实验策略，并认为这更能揭示学习的真相。1913年至1917年，柯勒对大猩猩进行测试，做了大量的学习实验研究。这些研究主要是给大猩猩设置各种各样的问题，并观察大猩猩解决这些问题的过程与表现。现仅举其中最具有代表性的一例，即“接竿问题”实验。

柯勒将大猩猩关在笼内，笼外不远的地方（即用一根竹竿够不着，两根竹竿接起来可以够得着的地方）放着一串大猩猩喜欢吃的香蕉。笼内有一根较短的竹竿，笼外还有一根较长的竹竿。大猩猩为了取得香蕉，起初用那根较短的竹竿去够香蕉，但竹竿太短，够不到。猩猩常常将竹竿扔向香蕉，连竹竿也丢了。在用一只取名为“苏丹”的大猩猩做实验时，出现了一个戏剧性的场面：苏丹为了取得香蕉，用较短的竹竿拨到了另一根竹竿。当它玩弄这两根竹竿时，好像突然明白了什么，然后将两根竹竿接起来（将较细的竹竿插到较粗的竹竿中），用这根接起来的竹竿够到了香蕉。这个过程是缓慢的，起初把两根竹竿放在一起，苏丹一看到两根竹竿处于这种关系，就能够突然地发现这种关系，然后一次又一次地反复把一根竹竿插入另一根竹竿，从而够到远处的香蕉。

格式塔心理学家认为，学习不是一个刺激和反应之间逐步形成联结的过程，而是一个顿悟的过程。在格式塔心理学家看来，学习就是知觉的重新组织。这种知觉经验变化的过程不是渐进地尝试错误的过程，而是一个突然领悟的过程。所以，格式塔的学习理论又称“顿悟说”。他们从两方面来解释顿悟产生的原因：一方面强调刺激情境的整体性和结构性，因此，在布置实验情境时，强调整个问题情境要能让动物直接感知到；另一方面假定心灵本身有一种组织功能，能填补缺口或缺陷。后来又有实验表明，只有在野外生活的黑猩猩才能解决此类问题，人工饲养的黑猩猩则不能解决此类问题。这说明，顿悟不是凭空产生的，必须有先前从事类似活动的经验。

其实，中国明代思想家王廷相（1474—1544）也提出同格式塔心理学相类似的关于学习的观点。他在《慎言·潜心篇》里说：“自得之学，可以终身用之，记闻而有得者，衰则忘之矣，不出于心悟故也。”这体现了其强调学习者的自悟



自得。^①



算术中的关系与结构

在数学课堂教学中，老师让两个学生上黑板分别做同一道题：“ $3.14 \times 1/4 + 0.25 + 3.86 \div 4 = ?$ ”。一位同学到黑板上就按照“先算乘除、再算加减”的法则，开始算 $3.14 \times 1/4$ 和 $3.86 \div 4$ 的值。另一同学则站在黑板前，没有动笔，好像无从下手的样子。老师接着说，我们学过了提取公因式的相关知识，可以考虑一下。这位同学先是一愣，随后好像是突然明白了什么，便在黑板上写下了 $1/4 \times (3.14 + 1 + 3.86)$ 的算式，并迅速地得出了答案。

这是不是一个顿悟的例子？这两位同学做数学题的方法有什么区别？第二位同学为什么在开始时感到无从下手？老师在其产生顿悟的过程中起到了怎样的作用呢？

英国哲学家罗素（B. Russell，1872—1970）给出下面有争议的名句，他支持柯勒对黑猩猩的研究成果。某人也许会宽泛地宣称，所有被观察到的动物的行为，只是为了证实观察者在观察之前早已相信的哲学。其实不然，更多的是，这些动物的行为在很大程度上展现了观察者的民族性。美国人研究的动物，乱跑乱撞且精力旺盛，最后在偶然的情况下达到所有的结果。而德国人观察到的动物，则冷静端坐、思考……对于普通人而言，对作者而言，这种情况令人感到相当沮丧。^②

这也许真的很令人沮丧，但是，格式塔理论强调了关于人类学习的一个重要的观点：人类通过顿悟并逐渐看到某些事物或概念间的联结而发生学习的，而不是对个人操作性行为的强化。请回忆一下苏丹成功的操作性行为，并借此得到香蕉作为奖赏的例子：奖赏是发生在行为之后的。我们的问题是，苏丹在得到奖赏之前，是如何学习到应该将竹竿接到一起的呢？其实，各学科考试中有一种“完型填空”题型，其设计理论基础就是“格式塔心理学理论”。

当然，我们也不能忽视格式塔理论所面临的问题。即使“顿悟”并非是不可思议的，它也多少具有一些神秘性。我们尚需进一步的了解，当学习者发生顿悟时，他们的“内在”的心理过程到底发生了什么。这正是后来的研究者所面对的关键问题。

二、问题解决理论

约翰·杜威（J. Dewey，1859—1952）是问题解决理论的创立者，他是美国

① 汪凤炎，郑红．中国文化心理学[M]．广州：暨南大学出版社，2015：154．

② 菲利浦斯，索尔蒂斯．学习的视界：第4版[M]．尤秀，译．北京：教育科学出版社，2006：39．



著名的哲学家，也是美国乃至世界第一流的教育理论家。他的心理学研究成果产生了重大的影响，成为 20 世纪初心理学研究的主流。

杜威追随心理学家和哲学家威廉·詹姆斯（W. James, 1842—1910），并接受了他的观点，认为人类的思考和学习能力如同有机体的其他能力一样，由进化而来。如果某种能力有助于某一物种的生存，那么，这种能力就会保留下来（如变色龙的变色能力）。按照杜威的观点，人类已经由进化而形成思考和本能。因为人类在生存斗争中形成了具备一项重要的功能——思考和学习，这样能够成功地逃避危险，并进行有计划的高效的生产和生活，从而使人类得以生存。换言之，思考和学习就是“实用的”能力。^①

杜威指出，“教育过程有两个因素：一个是心理学的因素，一个是社会学的因素，它们是平行并重，哪一个也不能偏废，否则容易产生不良的后果。在这两个因素中，心理学处于基础地位。儿童的自我本能和能力为一切教育提供了素材，并指出了起点”。杜威非常重视儿童生长发展的主动性，同时也指出，生长并不意味着“放任儿童的兴趣”，如果放任这种兴趣，让其漫无目的地去做，那就没有生长可言。他认为，所谓生长，可以表现为将能力引导到养成各种习惯，通常指通过简单的反复练习巩固下来的行动方式。杜威认为习惯是生长的表现，有两种形式：一种是“有机体的活动和环境取得全面的、持久的平衡”；另一种形式是“主动地调整自己的活动，借以应付新的情况和能力”。杜威称此为“主动的习惯”，其中“包含思维、发明和使用自己的能力应用于新的目的的首创精神”。

杜威认为，好的教学必须能唤起儿童的思维。所谓思维，就是明智的学习方法，或者说，教学过程中明智的经验方法。在他看来，如果没有思维，那就不可能产生有意义的经验。因此，学校必须要提供可以引起思维的情境。

杜威认为，思维过程分成五个步骤，通称“思维五步”：一是联想，即心灵趋向一种可能的解决；二是问题，将所曾觉察到的困难或疑虑理论化为一个需要解决的问题；三是假设，使用一个又一个的建议，作为解决问题的观念或假设；四是推理，对作为观念或假设的心理操作；五是以外表或想象的活动试验此假设。杜威指出，这五个步骤的顺序并不是固定的。

由“思维五步”出发，杜威认为，教学过程也可以相应地分成五个步骤：一是教师要给儿童提供一个与现实生活经验相联系的情境；二是要使儿童有准备去应付在情境中产生的问题；三是要使儿童产生解决问题的思考和假设；四是要使儿童自己对解决问题的假设加以整理和排列；五是要使儿童通过应用来检验这些

① 费利浦斯，索尔蒂斯．学习的视界：第4版[M]．尤秀，译．北京：教育科学出版社，2006：42．



假设。这种教学过程在教育史上一般被称为“教学五步”。在杜威看来，在这种教学过程中，儿童可以学会创造知识以应付需求的方法。但是，他也承认，这实在不是一件容易的事。

问题情境

电影《一个都不能少》中的思维五步

张艺谋执导的经典电影《一个都不能少》中的代课老师魏敏芝在学生张慧科辍学进城务工后，为了获得进城找回张慧科的路费而与其他学生所进行的活动，就可以视为一个基于“思维五步”的解决现实问题的教学：（1）情境：张慧科辍学进城务工，魏敏芝必须进城找回张慧科，但是没有路费，必须想办法弄到路费；（2）问题：怎样才能弄到进城需要的路费呢；（3）假设和排列：①学生们凑钱，②给砖厂搬砖挣钱，③群拥而至，挤客车蒙混过关；（4）验证：魏敏芝及其学生分别试验了以上的三个方案，但最后都失败了，只能自己走着去城里找回张慧科。

在这个案例中含有他们在解决路费问题所涉及的数学问题，而这一数学问题又被导演巧妙地以师生共同解决实际问题的形式来展开。一开始，魏敏芝让学生们凑路费，其中就涉及小数加法的问题，而要通过给砖厂搬砖挣钱则涉及应用题的数学转化问题。这些数学教学内容其实就隐含在实际的问题解决当中。

根据杜威的学习理论，问题是教师提供给儿童解决的问题，而在电影《一个都不能少》中魏敏芝等遇到的问题却是真实的问题，这影响到上述案例与杜威的理论之间的贴切性吗？我们是否可以在自己的教学中为学生创设情境，甚至在真实的情境中开展数学教学呢？

至少目前为止，我们可以承认，人类具有先天的禀赋或能力以使其能够从经验中获益，进而解决问题，达成目标。但现在的问题是：学习者的心理到底发生了怎样的变化？这是一个非常重要的问题。只有解决了这个问题，我们才能够更好地帮助学生学习。事实上，在20世纪70年代中期，教育心理学领域的研究者已经着手研究学习者在发展和运用学习策略时是如何思考他们自己的思想的，并称之为“元认知”。这个研究方向或许有利于解决上述复杂的问题。

第四节 学习发展理论

一般而言，关于学习发展理论有两个视角，即学习者的个体视角和学习者的社会视角。



一、个体学习理论

孟子（前372—前289）曾用“揠苗助长”的故事告诉人们，学习要依个体的身心发展规律而行。但儿童的身心发展规律到底是怎样的呢？皮亚杰通过科学的研究将其呈现在我们面前。

（一）皮亚杰的心理建构主义学习理论

和杜威一样，皮亚杰（J. Piaget, 1896—1980）认为人类的学习能力正是人类的适应性特征，人类凭之可以应对周围的环境。他以自己的三个孩子为研究对象，设置了周密的问题让他们解决，观察他们在解决问题的过程中所进行的尝试，并从中探究人类认识的发生现象及其规律。

1. 儿童认知的发展阶段

作为一个发展心理学家，皮亚杰很清楚，刚出生的婴儿仅仅靠吸吮和抓握等条件反射来支配自身的行为。然而，在短短的数年内，他们就能够说话、走路，处理日常的事务，解决较复杂的问题。那么，儿童学习这些方面的数年里，到底经过了怎样的过程呢？

以皮亚杰为首的日内瓦学派经过长期研究，确定了儿童认知发展一般要经历以下四个阶段：感知运动阶段（0~2岁）、前运算阶段（2~7岁）、具体运算阶段（7~11岁）和形式运算阶段（11~15岁）。它们彼此衔接，依次发生，不能超越，也不能逆转，各阶段发生的时间大致对应于上述的年龄阶段，但也存在较大的个体差异。由于后三个阶段与学校教育（包括数学教育）关系较密切，下面仅简述这三个阶段的主要特征及有关概念。

（1）前运算阶段。

“运算”是皮亚杰从数理逻辑中借用的一个术语，是指借助逻辑推理将事物的一种状态转化成另一种状态。例如，“ $3+2=5$ ”可以说成“5是由3和2转化而来的”。处于前运算阶段的儿童不能进行这样的转换，他们的思维具有单维性、不可逆性、静止性等特征。单维性是指儿童只能从单一维度进行思维；不可逆性是指儿童无法改变思维的方向，使之回到起点；静止性是指儿童的认知被静止的知觉状态支配，不能同时考虑导致这个状态的转化过程。因此，前运算阶段儿童的思维仍受具体知觉表象的束缚。

在语言方面，这个阶段的儿童已经掌握口头语言，头脑中有了事物的表象，而且能用词代表头脑中的表象。他们能进行初级的抽象，能理解和使用从具体经验中习得的概念及其之间的关系。

（2）具体运算阶段。



这一阶段出现的标志是“守恒”概念的形成，即指儿童认识到客体尽管在外形上发生了变化，但其特有的属性不变。该阶段的儿童已经能进行逻辑思维，相对于前运算阶段儿童，其思维具有多维性、可逆性和动态性。

在语言方面，尽管这一阶段儿童已经能通过下定义的方式获得概念，但在获得和使用此类概念时，需要实际经验或具体形象的支持。

(3) 形式运算阶段。

“形式运算”是指对抽象的假设或命题进行逻辑转换。这一阶段儿童或青少年已完全具备演绎思维能力、抽象思维能力和系统思维能力。所谓演绎思维，即不仅在逻辑上考虑现实的情境，而且根据可能的情境（假设的情境）进行思维；所谓抽象思维，即指能运用符号进行思维；所谓系统思维，即指在解决问题时，能够在心理上控制若干变量，同时还能考虑到其他几个变量。在此阶段，认知趋于成熟的儿童逐渐摆脱了对具体实际经验的依赖，能够理解并使用相互关联的抽象概念。

大量的研究表明，皮亚杰揭示的认知发展的阶段性是普遍存在的。思维、语言等的发展由低一级水平向高一级水平过渡，这种顺序是不可改变的。^①

2. 心理建构的原则

生物学家认为，在许多情况下，当人体的生命系统受到外界环境的影响而失去平衡时，生命系统会自发地做出反应以恢复平衡。人的体内有很多的调节机制，来维持人体的恒常性。如人的体温系统，只要人的体温比平常高一些，人体就会感到不适，如果再高一些，甚至会有生命危险。当面对这些威胁时，身体系统的反应会通过出汗而使热度下降，并运送更多的血液到皮肤表层的血管，以使热气散开。皮亚杰采用了类似的来说来解释人的认知的发展，他还借用了生物学的同化、顺应、平衡等概念。

在每个发展阶段，儿童都会运用已有的认知结构和所经历的环境互动。每次互动的经验将被已有的知识结构所同化，这样，心智的平衡才能得以维持。在许多情况下，学习者已有的知识结构无法完全掌握一些新的经验。学习者必须调整自身已有的知识结构，才能够有效地吸收新的经验。这样，学习者就会获得新的概念和知识结构。通过这种方式，个体不断地通过平衡、同化、顺应、再平衡的循环往复的过程，来不断地更新自身的知识结构。

3. 对皮亚杰理论的批判与反思

皮亚杰坚信，虽然社会环境和文化的差异使得世界各地儿童的认知发展在起止年龄方面可能会有所差异，但其所指出的儿童认知发展的四个阶段，适用于世

^① 皮连生. 教育心理学[M]. 3版. 上海: 上海教育出版社, 2004: 297.



界各地的儿童。这样,如果一个物种的所有个体都将遵循某一过程,那么这是否意味着其背后有一个强有力的机制在发挥着它的作用呢?譬如,由于遗传基因,各种昆虫有着大体相同的生命周期。但是,皮亚杰却否定认知结构是由遗传因素决定的。他的这种解释引起了一些研究者的质疑。

语言学家乔姆斯基(A. N. Chomsky)认为,人类语言学习的“深层结构”是预先决定的。也就是说,人类的语言具有某些遗传的因素。另外,一些社会建构主义者则认为,儿童周围的社会力量控制着他学习的内容及方式,这导致了儿童的学习多以相同的路径来发生,即使处于不同文化背景的学习者也基本上以相同的方式来运行。这样,皮亚杰就低估了社会环境的重要性。虽然皮亚杰的理论也曾提到了社会环境的重要性,但是其对社会环境的关注还是极其有限的。

(二) 奥苏伯尔的有意义学习理论

《二程遗书·卷二十五》云:“不深思则不能造于道,不深思而得者,其得易失。”意思是死记硬背的东西,容易忘记,而只有理解了的东西,才能牢记。这可以用奥苏伯尔(D. P. Ausubel, 1918—2008)的机械学习和有意义学习的理论来解释。奥苏伯尔根据知识学习过程的性质(学习者是否理解所要学习的材料)的不同,将学习分为机械学习和有意义学习:(1)机械学习。机械学习有两种情况:一是机械材料的机械学习,如孤立的数字、圆周率 π 的近似值等;二是有意义材料的机械学习,如乘法口诀等。机械学习的结果是形成联结。所谓联结,按桑代克操作性条件反射理论的解释是刺激(S)与反应(R)之间的联结(即“S—R”),按现代神经网络理论的解释则是神经元之间的联结;(2)有意义学习。按奥苏伯尔的有意义言语学习理论,有意义学习的结果是言语符号或其他符号在学习者头脑中引起的心理意义。符号引起的心理意义包括,单个符号引起的具体事物的表象和一类事物的共同本质属性(即概念)以及一组符号引起的命题。

有意义学习的基本机制是“同化”,而行为主义的心理学只关注可以观测到的行为,反对研究学习者头脑中的内部机制。同行为主义心理学相反,认知心理学则注重研究学习者内部的心理过程。“同化”是接纳、吸收、合并而内化为自身一部分的过程。有意义的言语学习理论强调,在学习新知识时,认知结构中原有的适当观念起决定作用,对新知识起固定作用。新的命题与认知结构中起固定作用的观念大致可以构成三种关系:其一,类属关系,即原有观念为上位的,新学习的观念是原有观念的下位观念;其二,总括关系,即原有观念是下位的,新学习的观念是原有观念的上位观念;其三,并列关系,即原有观念和新学习的观念是并列的。在这三种关系中,学习的内部和外部条件不同,新旧知识的相互作



用的过程和结果也有很大不同。^①

有意义学习“由简到繁”可以分为五类：(1) 表征性学习。表征性学习就是学习单个符号或一组符号所表示的意义，譬如，阿拉伯数字“3”，圆周率“ π ”，函数符号“ $y=f(x)$ ”等。(2) 概念学习。概念是一类事物的共同本质属性，而概念学习就是要掌握概念所反映的一类事物的共同本质属性。譬如，学习三角形这一概念，就是要能够理解三角形是平面上由三条线段两两顺次相连而构成的封闭图形这一共同的本质属性。(3) 命题学习。就逻辑学而言，命题是表达判断（即有真假）的语句；而在心理学中，命题则表示由语词组合而成的意义的最小单位，它由两个部分构成：两个以上的论题，论题之间的关系。命题可以分为两类：概括性命题（譬如，“圆的半径都相等”）与非概括性命题（譬如，“3是奇数”），前者往往揭示几个概念之间的关系，表示某种规律、定理、规则或原理等，而后者则仅仅表示一个事实。因此，命题学习就包括事实学习和规律、定理或原理的学习，后者要求掌握概念之间的关系，是有意义学习的核心部分。(4) 概念和命题的运用。前三类学习是有意义学习的基本类型，在此基础上是概念和概括性命题在简单情景中的运用。譬如，在已经掌握圆的半径、圆周率和周长概念等基础上，我们就可以运用“ $c=2\pi r$ ”来求圆的周长了。(5) 问题解决与创造。解决问题是概念和命题在复杂情境中的运用，而创造则是解决问题的最高形式。当学习者所遭遇到的“新”情境越复杂，“新”情境与原有学习过的情境越不相似，解决问题的难度就越大，所需要的创造性就越高。解决问题涉及问题条件命题、问题目标命题、问题背景命题、推理规则 and 解决策略等。^②

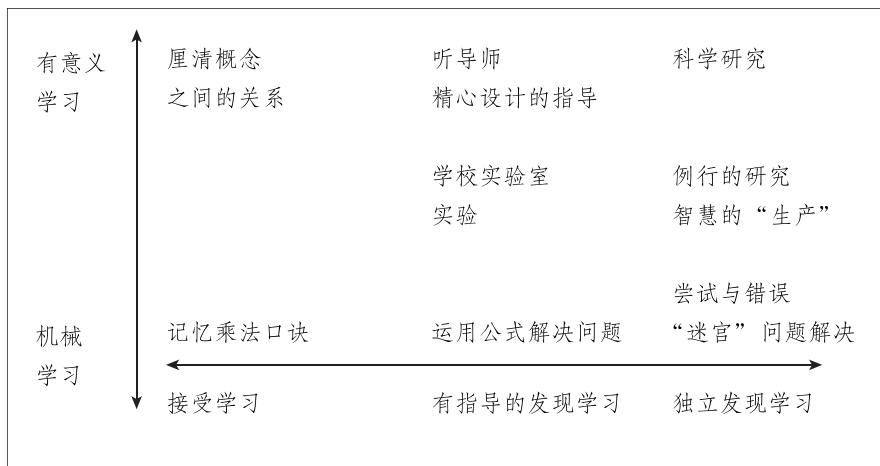
此外，奥苏伯尔还依据知识学习过程的性质（所要学习的材料的意义是否为学生自己所发现）的不同，将学习分为接受学习和发现学习。由此可见，有意义学习和机械学习的区分是就学习结果或效果而言的，而接受学习和发现学习的区分则是就学习的方式或意义建构而言的。

① 皮连生. 教育心理学[M]. 3版. 上海: 上海教育出版社, 2004: 110.

② 同①: 43.



奥苏伯尔的学习分类及其示例^①



由奥苏伯尔的学习分类,可将接受学习和独立发现学习作为一个维度,将有意义学习和机械学习作为另一维度,形成上图。其中,接受学习和独立发现学习作为一个维度的两极,有意义学习和机械学习作为另一维度的两极,“厘清概念之间的关系”“记忆乘法口诀”“科学研究”等是例证。譬如,“记忆乘法口诀”表示既是机械学习,也是接受学习。

二、社会学习理论

柏拉图、洛克、桑代克、斯金纳、柯勒以及皮亚杰,甚至奥苏伯尔,基本上都是将学习者视为“孤立的”个体,与此同时也将学习仅仅视为个体的活动。他们都忽略了学习者是群体中的个体,个体的学习离不开周围的环境这个事实。学习者在家里有父母、兄弟姐妹,在学校有老师和同学,学习的过程往往是学习者个体与周围的人相互交流与互动的过程。如果忽略了学习的社会性的因素,那么必然会得出不够全面的结论。我国古代《淮南子·修务训》就论述到了这一点:“今使人生于辟陋之国,长于穷檐漏室之下,长无兄弟,少无父母,目未尝见礼节,耳未尝闻先古,独守专室而不出门,使其性虽不愚,然其知者必寡矣。”^②

各个学科已经建立起来的知识体系都是社会性的产物。在漫长的社会历史时

① 皮连生. 教育心理学[M]. 3版. 上海: 上海教育出版社, 2004: 110.

② 汪凤炎, 郑红. 中国文化心理学[M]. 广州: 暨南大学出版社, 2015: 147.



期里，文学家、哲学家、思想家等通过社会性的过程，如讨论、争论、宣传等方式对知识体系的建立和发展做出了重要的贡献。但是，这些知识和思想体系往往被教育者抽离出来，摆在学习者的面前，让其学习，并认为这些内容是学习者个体必须掌握的内容。但是，教育者往往忽视了产生这些知识和思想的社会性因素，以及学习者学习的社会性因素。皮亚杰倾向于从个体而非社会的视角来探讨学习。他认为儿童在本质上是一位年轻的探索者，在个体性的活动中来逐步建立图式。当孩子遇到困难时，会做出顺应，以建立新的认知平衡。在皮亚杰的理论中，我们往往有这样的感受，那就是孩子似乎不需要他人的协助，就能独立地改变自身的认知结构。

皮亚杰所说的这种个体自己的学习真的会发生吗？事实上，多数成人，包括家长和教师等，都会在与儿童互动的过程中，向其提供一些解决问题的线索或暗示。即使是儿童之间，也可能会在互动的过程中影响彼此。皮亚杰显然忽略了这些无处不在的互动，至少没有给这些互动以应有的关注。譬如，大多数人是通过教科书和教师以及同学之间的帮助来学习爱因斯坦相对论的，并不需要重新发明这一理论或独自去学习它。

（一）杜威的社会学习理论

杜威的“教育即生活，学校即社会”的思想为我们所熟知。他强调教育具有生活的特点，学校具有社会的特性，但许多教育者却没有给这种思想以必要的关注。杜威批判了传统的“教师中心”“书本中心”“课堂中心”的教学方式，认为这些教学方式遏制了学生的活动，使学生的学习变得日益呆板而没有活力。杜威认为在社会情境中进行有意义的活动，是学生进行真正意义上的学习的根本方式。学生通过书本学习的只能是碎片似的、僵化的知识，他们无法认识到这些知识与其自身的关联性，以及这些知识到底是怎样产生的，有什么用处。依据杜威的说法，学习新观念的最好的方法就是与其他人交流和沟通。学习者在活动中，通过与教师和同学的交流才能够真切地体会到学习的意义。

杜威主张将社会生活和生产中的活动进行一定的调整来作为学校的课程，让学生在真实的情境中学习。他指出基于理智方面和社会方面的原因，学校应采用游戏和主动作业作为课程。学校的任务就是设置一个环境，在这种环境里，学生通过学习来促进智力和道德的生长。杜威对主动作业非常重视。主动作业有一个丰富的领域，除了手工、劳动、游戏和竞技以外，还有户外短途旅行、园艺、烹饪、缝纫、印刷、书籍、装订、纺织、油漆、绘画、唱歌、演剧、讲故事、阅读、书写等具有社会目的的形式。

（二）维果茨基的社会文化学习理论

维果茨基（L. Vygotsky, 1896—1934）是苏联著名的心理学家。维果茨基并



不特别强调儿童认知的发展阶段,但充分肯定学习是在社会情境中产生的,关注社会性因素对儿童学习的影响。他指出,对处于皮亚杰的相同发展阶段中的两个儿童施以不同的指导,这两个儿童的发展潜能将会有显著的差别。维果茨基提出了最近发展区的概念。他把儿童自身不能独立完成但在成人的帮助和指导下能够完成的任务范围叫作最近发展区。儿童只有尽力去解决最近发展区内的任务才能促进认知发展。当更有能力的个体帮助儿童完成困难的任务时,他们常常采用“支架”的技术来进行。支架的概念来源于建筑行业的脚手架。当建筑工人建造大楼时,会在大楼四周搭建脚手架,为工人的工作提供支持。当大楼建造好后,脚手架就不需要了,可以逐渐撤去。促进儿童认知发展的支架是由更有能力的个体提供的,旨在帮助儿童成功完成最近发展区任务的支持机制。当儿童能力有所发展时,就可以逐渐撤去支架。^①

维果茨基强调,在我们所学习到的事物当中,最重要的是心理工具。心理工具是人类社会发明的,用来帮助个体有效地处理人际关系以及其他事物的。心理工具包括逻辑、符号、概念、文字、数字等等。这些工具帮助人们建构看待世界的观念。譬如,一个掌握了乘法表的儿童就能够解决许多相关类型的问题和面对许多相关的情况。语言是人类重要的心理工具。它是许多高级的学习、问题解决得以形成的前提。许多语言都是在社会的情境中形成和传递的。在儿童的早期经验中,对于所面对和接触的概念,如男人、女人,往往需要有更成熟的语言使用者的帮助,儿童才能准确地理解这些概念所指称的“内容”。维果茨基同时指出,儿童通过模仿来学习的能力是社会学习中的一个关键的因素。儿童在与家长、教师和同学的互动中,会模仿他们的很多行为。模仿的概念已为当代许多学者所关注,甚至在班杜拉的理论中居于核心的地位。^②

皮亚杰的认知发展阶段理论强调认知发展对学习的制约作用,强调教学应该适应学生的认知发展水平。维果茨基则主张通过有目的、系统的教学促进儿童认知的发展。他们讲的是同一事物的两个方面,在教学中我们应将两者有机地结合起来,一方面应依据儿童的认知发展水平来进行教学,另一方面则应不断改善教学内容和方法,从而促进儿童认知的发展。^③

(三) 班杜拉的社会学习理论

班杜拉(A. Bandura, 1925—2021)是美国当代著名心理学家,提出了较系统的“社会学习理论”。该理论认为,人的内在特征、行为和环境三者之间构成

① 皮连生.教育心理学[M].3版.上海:上海教育出版社,2004:304.

② 费利浦斯,索尔蒂斯.学习的视界:第4版[M].尤秀,译.北京:教育科学出版社,2006:68.

③ 同①:305.



动态的交互决定关系，其中任何两个因素之间的双向互动关系的强度和模式，都随行为、个体、环境的不同而发生变化。

班杜拉将学习分为两种：观察学习和亲历学习。观察学习，有时也被称为社会学习或替代学习，是指通过观察环境中他人的行为及其后果而发生的学习。班杜拉通过研究证明：观察者因看到别人（榜样）的行为受到奖励，他本人间接引起相应行为的增强；观察者看到别人的行为受到惩罚，则会产生替代性惩罚作用，抑制相应的行为。观察学习是人们形成思想和行动的一种途径，但人们也通过直接经验进行学习。班杜拉将学习者自身通过反应结果所获得的学习称为亲历学习。与传统行为主义根本不同的是，他的理论强调认知等主体因素在亲历学习过程中的作用，而前者则否认认知因素的存在，认为反应结果对行为的塑造是一个自动作用的过程。班杜拉认为，反应结果之所以能够引起学习，取决于人们对反应结果的功能性价值的认识。

班杜拉还探讨了人的思想和行为形成的条件。第一，榜样人物及其行为后果。一个人的榜样对其有重要的影响，尤其是在榜样与学习者个体具有某种相似性（如年龄、能力、背景等），榜样的行为受到积极奖励的情况下，学习者个体更容易效仿榜样的行为。第二，强化与惩罚。行为主义心理学家认为，个体的行为主要是由外在的强化决定的。强化被定义为伴随行为之后发生并有助于新行为出现的概率增加的事件，包括精神方面的表扬和物质方面的奖励。班杜拉发展了行为主义心理学的强化概念，提出三种强化形式。（1）直接强化。个体直接体验到自己行为后果而受到的强化。（2）替代强化。观察到榜样人物的行为受到奖励或赞扬间接受到的强化。（3）自我强化。个人自己控制强化事件的强化。也就是说，这种强化事件不是由外界施与的，而是个体自己给予的。第三，个人的信念。班杜拉分析人的信念有四个来源。（1）亲身经历。例如，人们因做了好事，产生了好的社会效果，而且这种行为受到人们的尊重。（2）替代经验。如通过观察社会上多次发生的“恶有恶报，善有善报”的事件，逐渐形成“要做好事，不能做坏事”的信念。（3）社会评价。班杜拉认为：“当经验证实困难或不可能时，人们通过比较自己与他人的判断来评价自身的观点的正确性。”（4）逻辑推理。儿童在发展中习得了推理规则，借助逻辑推理，人们可以发现思想上的错误。^①

① 皮连生. 教育心理学[M]. 3版. 上海: 上海教育出版社, 2004: 242.



学生完成数学作业习惯的养成

数学教育心理学研究表明,数学教师经常会运用他们被教授的数学教学方法来教授自己的学生。同样的道理,学生们也经常会以我们老师自己口头讲解与黑板呈现例题的方式来做作业。譬如,一方面,我们老师经常会要求学生在做数学书面作业时,必须严格按照书本上例题所展示的格式来书写,而另一方面,我们老师自己在板演时却又时常会省略某些不必要的规定。如此一来,我们在批改学生作业时就会发现,有不少学生没有按照严格规范来完成作业(尤其是家庭作业),而我们老师自己却全然不知,这其实可能就是我们在课堂上板演例题的榜样作用使然。

由此我们可以推测:学生数学作业的“不良”习惯可能也有我们老师自己的一份“功劳”呢?

我们能否认为“学生完成数学作业的习惯”是班杜拉社会学习理论的一个例证呢?为什么?由此我们是否也可以推断:我们老师要求学生“必须”做到的是否应该自己首先“必须”做到甚至做好?数学老师的数学学习或理解的榜样或示范作用在学生数学学习的过程是否也有举足轻重的作用?同学们之间的数学学习的相互示范或榜样作用也有不小的作用?但它们又是怎样发挥作用的呢?所有这些是否都值得我们数学老师来反思和研究?

第五节 学习的认知科学

认知科学是研究人类感知和思维信息处理过程的科学,包括从感觉的输入到复杂问题求解,从人类个体到人类社会的智能活动,以及人类智能和机器智能的性质。由此,在人脑认知与计算机(也称“电脑”)运转相似基础上,进一步探讨学习者的认知结构、所学学科的知识结构及其互动。

一、大脑与电脑

(一) 电脑与人脑研究

当代教育和心理学研究者将人脑学习比作电脑的运转是一个十分有效的假设。这个假设有强弱之分,“强势方案”认为人脑本质上就是电脑,二者没有什么区别;“弱势方案”则认为人脑和电脑是非常相似的。无论人的大脑与电脑是



无区别还是相似，这种假设都为我们提供了一条探究学习的有效思路。

回到前文柏拉图所提出的问题：学习到底是如何产生的？对于这个问题，我们不妨通过电脑工作原理来进行尝试解决。新电脑的出厂设置中只有少数的系统软件，因此，电脑的“天生的知识”是很少的。但是，电脑所具有的“特殊的”线路和结构，使得它有很大的潜内功能，等待处理输入的数据。而且，一旦我们购买了电脑，就可以装入我们需要的软件。就这一点而言，电脑可以算是一个很好的反映儿童学习的模型。当孩童刚来到这个世界的时候，他们就具有一些天生的“功能”或“设计”，如吸吮、哭泣以及眨眼等。这样，儿童就具有了与环境进行互动的原始能力或冲动。

当你在电脑上输入信息时，每输入一个键，信息都将被编码，或转化成电脉冲。接着信息被转入电脑的工作记忆中，在编辑完成后，你可以指示电脑将信息“保存”。探讨人类的记忆是否像电脑一样有工作记忆和长时记忆，是信息加工学家的一项重要工作。与电脑相比，人类的工作记忆的容量是十分有限的，一般来讲，人在同一时间只能记住七个不相关的信息。譬如，我们询问他人电话号码时，对方在一连串地说出电话号码之后，我们往往要其重复两到三遍，才能将其电话号码完整地记下来。虽然与电脑相比，人类在同一段时间接受信息的容量是有限的，但是，即使是容量再大的硬盘，其容量也是有限的，而人脑长期记忆的储存能量则是无限的。研究发现，人脑的使用率，仅仅占其潜力的极小的一部分。

认知科学家将人类的记忆比作复杂的网络，在网络中每一个数据都是与其他许多数据交叉联结的，而这种模式正符合我们所知的大脑神经细胞的联结方式。但是，多数电脑是按照线性序列的方式来处理数据的。而一些证据表明，人类能够以平行的方式来处理事务。

不同的电脑因为其中安装了不同的软件，可以体现出不同的“特长”。在现实生活中，我们也可以发现，有些人擅长数学，有些人擅长音乐，还有些人则擅长语文，但他们在其他领域中的表现却并不突出。拿电脑间的功能差异来比拟人类个体的差异，有其新奇之处，但其中仍有许多不确定性，因为每个个体在解决问题的过程中，受到的影响因素是很多的，包括其相关领域的经验、动机水平以及心智的灵活性等。^①

（二）人脑比拟为电脑及其启示

人脑和电脑有许多共同之处，揭示这些共同之处，结合现实的教学，将有利于教师从认知科学的视角来认识教学，并改善自身的教学。以下是电脑的一些特

^① 菲利普斯，索尔蒂斯．学习的视界：第4版[M]．尤秀，译．北京：教育科学出版社，2006：90.



点, 这些特点可以映射到教学上。

(1) 电脑接收信息的速度会受到限制, 当信息输入的速度过快时, 电脑的编码能力就会承受不住。儿童的大脑接受信息的容量也是有限度的, 在同一时间, 不可给儿童提供过多的信息, 否则, 他们将因“超载”而无法接受。

(2) 在电脑没有安装相关程序的条件下, 谁也无法让一部电脑完成没有程序支持的任务。在儿童的心智发展水平还处于皮亚杰所谓的前运算阶段时, 让其处理逻辑运算的任务几乎是不可能的。

(3) 电脑只有在接受指令的情况下, 才会有效地运转。教师在教学时, 必须有明确的目的, 而且要让教学的目标成为学生学习的目标, 应该引导学生形成自我决策、自我指令的能力。

(4) 要检索已经存档的电脑资料, 必须使用恰当的检索词。儿童在学习时, 应该能够抽象出并理解学习内容的关键词或概念, 另外, 还需将自己学习了的知识结构化, 这样才能更快更好地提取知识。

(5) 要使电脑解决一个问题或完成一个任务, 工作内容的顺序必须适当安排, 解决问题的规则也要正确无误地执行。教师应该教授学生思维的方法, 以及思考和解决问题时要遵循的原则。

(6) 大多数电脑不能自动地从一个程序切换到另一个程序, 需要加以引导。儿童在学习时, 往往没有明确的方向, 教师在教学尤其是课堂教学时, 应有意识地引导学生, 不断地转换到新的“目标”上去。

(7) 为电脑编写程序时, 你需要使用电脑能读懂的语言, 如果电脑没有设备来应对特定的程序语言, 那么发出的指令将不会产生任何反应。教师的教学也需要顾及学生对你所用“语言”的理解能力, 以及影响其理解能力的年龄、知识背景以及家庭背景等因素。

(8) 你若一直干扰电脑的运转, 如不断地增加新的指令, 电脑运行的速度会减慢, 甚至死机。在学生没有完成一个任务时, 不可再给他(她)增加新的任务。同时, 面临多个任务时, 无论在理智上还是情感上, 学生都将产生压力, 并最终会影响其学习效能。

以上将人脑与电脑所做的类比是贴切的吗? 为什么? 或许, 我们会认为这些内容虽然正确, 但都只是一些常识, 那么, 在此之前我们思考过教学常识吗? 有哪些教学常识? 我们是否遵守了这些教学常识? 常识尽管并不代表全部, 但在使用电脑时, 即使我们仅仅了解一些电脑运行或电脑内部结构的知识, 那都将会是有所帮助的。同样, 在教授儿童的过程中, 要遵守教学常识, 我们需要对我们所教授的学科有深入的掌握, 并了解一些学习心理学的知识, 这些都将使我们获益匪浅。



(三) 电脑模型的不足

第一，它忽略了兴趣、动机、情感等“非智力因素”的重要作用。电脑对所执行的任务无所谓感兴趣还是不感兴趣。只要其中装有相应的程序，在使用者的操作下，它就会兢兢业业地工作起来。但是，学生不可能这样。学生如果对教师所教授的内容不感兴趣，缺乏内在的动机，那么一切教学目标都是空谈。相反，学生如果对一些学习内容十分感兴趣，他们就会沉浸其中，并保持长时间的努力状态。电脑不会对自己的工作感兴趣，不会受到正强化的影响。但是，对学习者而言，正强化将维持或进一步激发其行为以及积极的情感体验。

第二，它忽视了对学习有重要影响的“自我效能感”。在现实的学习中，学生的自我效能感对其学习起着重要的影响。有些学生的数学成绩差，原因可能就在于其缺乏自己能学好数学的积极的自我效能感。当学生认为自己没有考好，是因为自己的能力不够时，他（她）是不会为了学好而付出更多努力的。因为他（她）坚信，这项任务已经超出了其自身的能力范围。如果这样，无论教师怎样改善自己的教学，都将无济于事。教师需要和学生进行交流，帮助其改变归因的方式。例如，没有考好，可能是因为自己遗忘了一些重要的知识点，或学习不够专心，或不良的情绪影响了自己的判断力，等等。显然，电脑对自己的能力是不会有看法的。这是二者的一个重要的区别。

第三，它忽视了学习的社会性因素。个体生活在社会之中，其学习受到父母、老师、同学和朋友等的影响，而电脑则是孤立的，是没有“社交”的机器，即使它们联网工作，仅仅像是凑巧碰在一起的个体，而非人类文化中的社会成员。

第四，它忽视了人的主动性。电脑往往是静止不动的，虽然很多电脑是便携式的，但那不是它的常态，而且它们只是被动地被移动。无论在生理上，还是心理上，人都是主动的。学习者不断地发挥自己的主动性，来学习和同化新的知识，甚至创新知识。^①

二、认知结构与学科结构

前几节我们所讨论的学习理论主要关注的是学习者个体以及外在的社会因素，而本节中的学习理论将焦点放在了学科以及学习者怎样将学科的内容和结构整合到自己的头脑当中。与此相关的问题是教师能够做些什么以促进学生有效的学习。我们可以将学生学习的过程视为建构心智地图或认知结构的过程。在这一

^① 菲利普斯，索尔蒂斯．学习的视界：第4版[M]．尤秀，译．北京：教育科学出版社，2006：96.



过程中,学习者需要抽离新学习的学科的材料的信息,并将这些信息与先前的知识结构相联结。如果发生了不适当的联结,学习者就会在学科里“迷路”。这就像你初到一个城市,将街道做了错误的联结一样。如果你对这个城市形成的心智地图本身就是模糊的,不完善的,当你接受新的信息时(比如,别人告诉你一个博物馆所在的地址),你会以更为混乱的方式将其纳入已有的模糊的心智地图。这样的结果也很明显,你将很难便捷地到达你的目的地。

(一) 认知结构

杜威曾用对地图的学习来比拟对学习学科的学习。探险家在游历完某个地方后,会制作一幅地图。制作地图的目的是展现给其他要游览这个地方的人将遇到的景点及其关系。这个地图会给后来者一个基本的概念,使其避免很多不必要的麻烦。学科的学习也是如此,学科专家、课程专家等经过努力所发掘的学科的基本结构,将使后来的学习者能够在较短的时间内对该学科有一个基本的把握,这会节省很多时间和精力。

奥苏伯尔提出了先行组织者的概念。先行组织者是先于学习任务本身呈现的一种引导性材料,它要比原有的学习任务本身有更高的抽象、概括和包容水平,并且能够清晰地建立与认知结构中原有的观念和新的学习任务的关联。奥苏伯尔还提出了影响新的学习与保持的三个认知结构变量,通过操纵与改变这三个认知结构变量可以促进新的学习与迁移。(1) 可利用性。它涉及学生面对新学习任务时,其头脑中是否有与新的学习相关的概念或原理。且这些原有相关概念或原理概括程度越高,包容范围越大,迁移的能力就越强。(2) 可分辨性。它涉及新学习的知识与同化它的相关知识的可分辨度,两者的可分辨程度越高,则越有助于迁移并避免因混淆而带来的干扰。(3) 巩固性。它是同化新知识的原有知识的巩固程度,原有知识巩固程度越高则越有助于迁移。^①

按照奥苏伯尔的学习理论,教师在教授新知识时,可以从以下两个方面来发展学生良好的认知结构。第一,改进教材内容。根据有意义学习理论,认知结构中是否有能够起到固定作用的概念可以利用,是决定新的学习能否顺利开展的重要因素。为了促进迁移,教材中必须有那种具有较高概括性和强解释性的基本概念和原理。好的教材结构总是相对的。要编写出适合学生能力水平的优质教材,需要学科知识领域内的专家、教育教学专家和心理学家以及教师们有效合作。第二,改善教材的呈现方式。认知心理学认为,当人们在接触一个完全不熟悉的知识领域时,从已知的较一般的整体中分化出细节,要比从已知的细节中概括整

^① 皮连生. 教育心理学[M]. 3版. 上海: 上海教育出版社, 2004: 278.



体容易一些。根据人们认识新事物的自然顺序和认知结构的组织顺序,教材的呈现也应遵循由整体到细节的顺序。^①

要促进学生形成良好的认知结构,教师一方面要改进教材的内容和改善教材的呈现方式,另一方面要深入了解学生原有的认知结构,尤其是其所存在的问题。譬如,我们在批改学生的作业或与学生的对话时,可能会发现一个学生在大多数情况下,能够正确地进行分数的加法和小数的乘法运算。但是,偶尔会出现如下情形: $2/1$ 加 $1/2$ 等于 1 , $2/10$ 用小数表示是 1.2 , 而 $1/9$ 和 $4/6$ 都等于 1 。这表明,这个学生自己发明了一组规则来解决所遇到的问题,并使其合理化,通常都会导致错误的答案。这样的规则无疑将使学生形成不良的认知结构,并使此后的学习产生困难。值得注意的是,类似的学生所犯的错误,教师往往不会察觉,因为教师太熟悉要教给学生的内容,以至于无法意识到新手学习这些内容所面临的困难。

(二) 学科结构

数学、物理、化学等学科都具有某种结构吗?学生在理解学科基本结构的基础上学习学科细节的知识是不是会很容易?当然,这些学科是有结构的,它们的概念、公式、规律绝不是杂乱无章的。学科所具有的结构将对教师的教学产生怎样的影响呢?教师怎样呈现学科的知识才能达到较好的教学效果呢?

以爱因斯坦(A. Einstein, 1879—1955)的相对论为例。你怎样才能确信一个人掌握了这个复杂的理论呢?如果你问一个人爱因斯坦相对论的公式是什么,他可能会干脆利落地回答出那个著名的方程式 $E = mc^2$ 。这是否说明他就掌握了这个复杂的理论了呢?背诵出这个公式只说明他记住了这个方程式,并不一定就说明他理解了它。为了测试其是否真正理解了这个公式,我们还必须确认他是否能够理解爱因斯坦所使用的概念,如能量、质量、光速以及平方等数学概念。另外,他还需要了解这一理论的证据,这个理论所取代的理论及其在整个物理学中的地位。这样,就牵涉了该理论以及物理学的学科结构问题。如此看来,一个人的学习不可能脱离学科的知识结构,只有在结构中,某一个知识点才是清晰的、确切的和有意义的。^②

1957年苏联成功发射了世界上第一颗人造卫星,这给美国政界、科学界以及普通民众带来了巨大的震动。社会舆论普遍认为美国的教育尤其是基础教育出现了问题,已远远地落在了苏联的后面。在这一背景下,1959年美国国家科学院在

① 皮连生. 教育心理学[M]. 3版. 上海: 上海教育出版社, 2004: 281.

② 菲利浦斯, 索尔蒂斯. 学习的视界: 第4版[M]. 尤秀, 译. 北京: 教育科学出版社, 2006: 84.



马萨诸塞州召开了一次会议。在这次会议中,哈佛大学的心理学家布鲁纳(J. S. Bruner, 1915—2016)担任会议主席并做了题为“教育过程”的报告。布鲁纳关注的主要问题就是如何使对科学的学习更有意义,他认为有意义学习的关键在于学生掌握了该学科的基本结构。

在有意义学习方面,布鲁纳提出了“学科基本结构”的思想。每门学科都有其基本的结构,所谓“学科基本结构”就是指某门学科的基本概念和基本原则及其之间的关系。例如,数学中的交换律、分配律和结合律等都必须在其相互关系中才有“完整的”意义。在他看来,学生掌握“学科基本结构”是学习知识方面的最低要求。如果学生掌握了“学科基本结构”,就能更好地掌握整个学科。他还指出:“不论我们选教什么学科,务必使学生理解该学科的基本结构。这是在运用知识方面的最低要求,这样才有助于学生解决在课堂外所遇到的问题和事件,或者日后课堂训练中所遇到的问题。”在布鲁纳看来,学习结构就是学习事物是怎样相互关联的。任何学科的基本原理都可以用某种形式教给任何年龄的任何人。

在教学方法上,布鲁纳提倡“发现学习”。他认为,儿童应该在教师的启发引导下按照自己观察事物的特殊方式去呈现学科知识的结构,并借助于教师或教师提供的其他材料去发现事物。布鲁纳强调说,发现学习是教育儿童的主要手段。在发现学习中,有以下几个需要注意的方面。一是培养学生运用假设的能力。布鲁纳认为,通过假设,儿童可以更有效地解决问题。儿童在学习中学会假设有重大的意义,这为其探索知识并按照一定的方式去组织他的知识创造了条件。这种方式可以帮助他在需要发现的特别情境中有所发现。二是鼓励儿童积极思考和探索。发现学习是以儿童为主体的,使儿童能认识到他们是能够靠自己的教育、自己的头脑。教师应该鼓励儿童用自己的身心去体验,用自己的大脑去思考。儿童通过自身的体验和思考来验证自己的假设;三是注重新旧知识的联系。发现学习要求儿童能够认识新知识与旧知识之间的联系,并把新知识纳入自己已有的认知结构中。

各学科中是否真有其内在的学科结构?“知识结构”或“学科结构”到底有什么意义?对此尚存在一些争议,甚至理论是对立的,如行为主义理论与皮亚杰的认知发展理论。它们不仅在理论假设上迥异,而且有完全不同的概念体系。在其他学科中也大体存在这样的问题。即使如此,布鲁纳的学科结构理论的精神立场仍然是坚不可摧的。作为某一门学科的入门者,通过前人整理出的“学科基本结构”这一便捷的方式,了解该学科的基本的概念和理论,无疑具有重要的意义。个人必须了解该学科的知识主张从何而来,以及它们得到了怎样的评价。事

实上，布鲁纳所提出的学科结构的思想，在许多教师的教学实践中已经得到了落实。

三、认知分类表与数学学习的类型

1956年，布卢姆（B. S. Bloom，1913—1999）编制完成认知领域的教育目标分类，其“目标教学”被引入我国并在数学教学中得到广泛的运用。

（一）认知分类表

布卢姆的教育目标分类观得到广泛的认可和重视，后继者将其进一步发扬。曾三位教育心理学家，即迈耶（R. E. Mayer）、维特罗克（M. C. Wittrock）、皮瑞持（P. R. Pintrich），三位课程与教学专家，即安德森（L. W. Anderson）、库尤克沙克（K. A. Cruikshank）、阮史斯（J. Raths）和两位测量评价专家，即克拉斯沃尔（D. R. Krathwohl）、阿来萨（P. W. Airasian），把布卢姆的认知领域的“知识、领会、运用、分析、综合和评价”分类发展至包含知识和认知过程两个维度的分类表。他们把认知结果即知识维度分为事实性知识、概念性知识、程序性知识和反省认知知识四类，而把认知过程维度分为记忆、理解、运用、分析、评价和创造六类。

表 1-1 认知分类表^①

知识	认知过程					
	记忆	理解	运用	分析	评价	创造
事实性知识						
概念性知识						
程序性知识						
反省认知知识						

知识是认知的结果，是人类“历史上共享的知识”，不过也会随着时间的变化而变化；认知过程是知识获得的过程，需要“某种”行为的参与。任何一种“认知目标”或“认知的教育目标”都可以被纳入表 1-1 当中的某个“类别”当中。关于知识维度和认知过程维度及其类别的含义与案例可参见表 1-2 和表 1-3。

^① 安德森，等．学习、教学和评估的分类学：布卢姆教育目标分类学修订版[M]．皮连生，主译．上海：华东师范大学出版社，2008：25．

表 1-2 知识维度的分类及其含义与案例^①

知识维度的主要类别	含义或案例
事实性知识	学生通晓一门学科或解决其中的问题所必须知道的基本要素
术语知识	数学符号读写法, 例“ $>$ ”读作: 大于号
具体细节和要素的知识	较大的数写在大于号前面, 较小的数写在大于号的后面
概念性知识	能使各成分共同作用的较大结构中的基本成分之间的关系
分类或类目的知识	四边形、三角形的分类
原理和概念的知识	勾股定理、分数性质
理论、模型和结构的知识	数的结构
程序性知识	如何做, 研究方法和运用技能、算法、技术和方法的标准
具体学科的技能 and 算法的知识	整数除法
具体学科的技术和方法的知识	用计算器计算
决定何时运用适当程序的标准知识	用于确定何时运用运算律进行简便运算 用于判断采用列方程的方法解决问题的可行性的标准
反省认知知识	一般认知知识和有关自己的认知的意识和知识
策略性知识	把写提纲作为掌握教材单元的结构的手段的知识, 运用启发式方法的知识 例: 自我总结关于分数的知识结构图
包括情景性的和条件性的知识在内的关于认知任务的知识	特殊教师实施的测验类型的知识, 不同任务有不同认知需要的知识 例: 不同学生完成不同难度的练习题
自我知识	知道计算是自己的长处, 而找数量关系是自己的短处; 对自己知识水平的意识

依据表 1-2, 我们可以把小学数学教学的“知识目标”分解开来, 结合“学情分析”和“具体的数学教学材料”, 并借助一定教学媒介, 来设计科学、合理的“数学知识”的教学活动和相应的评价方式与方法。

^① 安德森, 等. 学习、教学和评估的分类学: 布卢姆教育目标分类学修订版[M]. 皮连生, 主译. 上海: 华东师范大学出版社, 2008: 26.

表 1-3 认知过程维度的分类及其案例^①

认知过程维度的主要类别	含义或案例
记忆	从长时记忆系统中提取有关信息
再认	再认分数的基本性质
回忆	回忆分数的基本性质
理解	从口头、书面和图画传播的信息中建构意义
解释	解释余数的含义
举例	给出假分数的例子
分类	将三角形按照角度进行分类
概要	根据给出的几个式子概括出它们的规律
推论	在学习三角形内角和时，从例子中推论出三角形内角和定理
比较	比较分数与比
说明	解释余数一定要比除数小的原因
运用	在给定的情境中执行或使用某程序
执行	多位整数除以多位整数
实施	将分数的基本性质运用于通分
分析	把材料分解成它的组成部分并确定各部分之间如何相互联系以形成总体结构或达到目的
区分	从数学应用题中区分出有关和无关数字
组织	组织运算律使之成为进行或不进行某一简便运算的依据
归属	根据正方形的性质确定正方形是特殊的长方形
评价	依据标准或规格做出判断
核查	确定计算得出的商和余数是否满足商 $\times$ 除数 + 余数 = 被除数
评判	判断两种方法中哪一种对于解决某一问题是最适当的方法

^① 安德森，等．学习、教学和评估的分类学：布卢姆教育目标分类学修订版[M]．皮连生，主译．上海：华东师范大学出版社，2008：28．



续表

认知过程维度的主要类别	含义或案例
创造	将要素加以组合以形成一致的或功能性的整体；将要素重新组成为新的模式或结构
创新	创建一种新的数学规律
计划	计划写一篇关于研究数学规律的论文
建构	提出假设来说明观察到的规律

依据表 1-3，我们可自行把小学数学教学的“过程目标”分解开来，结合“学情分析”和“具体的数学教学材料”，并借助一定的教学媒介，来设计科学、合理的“数学认知过程”的教学活动和相应的评价方式与方法。

其实，上述“数学知识”和“数学认知过程”的设计是整个数学教学设计的两个不可分割的整体：数学知识的教学离不开数学认知的参与，而数学认知之所以区别于其他认知的最根本的原因则在于数学知识是其最基本的追求之一。因此，我们在进行数学教学设计和开展数学教学实践时，必须同时考虑数学认知的这两个方面。

(二) 数学学习的类型

根据上述认知分类表，我们知道，如果依据认知结果来看，我们可以把数学学习分类为数学事实的学习、数学概念的学习、数学程序的学习和数学反省认识的学习四种类型；如果依据认知过程来看，我们可以把数学学习分类为数学记忆的学习、数学理解的学习、数学运用的学习、数学分析的学习、数学评价的学习和数学创造的学习六类。但是，我们要注意：（1）无论是什么类型数学知识的学习还是什么类型数学认知过程的学习，它们都不是截然分开的，而是相辅相成的；（2）就不同类型的数学知识的学习而言，它们之间也不是泾渭分明的；（3）就不同类型的数学认知过程的学习而言，它们之间同样也不是互不相关的；（4）在其具体的教学设计和教学实践时，各种类型的学习有所侧重也是必不可少的和必须选择的。

例如，在学习大于号“ $>$ ”时，学生要知道符号“ $>$ ”是什么、表示什么意思、怎么用它、在比较几个数的大小时能自然而然地想到用这个符号，在这个综合了事实、概念、程序等数学知识学习的过程中同时需要理解、记忆、分析、运用等数学认知过程的学习，因此数学学习是一个复杂的、混合了各种数学学习类型的学习过程，不能简单地将某一具体数学学习过程归为其中一个类型。



学习是一项极其复杂的活动,到目前为止,对于学习到底是如何产生的,还没有统一的答案,人们只能从不同的视角探讨学习的复杂性。如行为主义学习理论的代表人物桑代克、斯金纳等强调学习者外部强化的重要性;皮亚杰的学习理论则注重学生的主动的建构的学习;杜威、维果茨基、班杜拉则认为学生的学习是在“社会”中进行的,其父母、老师和同学等对他们的学习有重要的影响;奥苏伯尔、布鲁纳等人则将兴趣集中在学生的认知结构和学科的知识结构上,并强调这二者对学生的有意义学习的重要影响;信息加工理论的研究者则将人脑比作电脑,认为学生的学习过程就是信息的输入、编码、存储、输出的过程。

面对这些纷繁的学习理论,作为数学教师的我们有什么感受?我们或许觉得这些理论都有道理,但还不知道如何才能将它们运用在自己的数学教学实践中。在此,我们有必要再次重申一个基本的观念:学习有不同的类型,不同的学习理论可能适用不同的学习类型;不同的学习理论都从不同的视角或多或少地探究了学习的复杂性。这些学习理论不可能给我们的数学课堂教学和学生学习中所遇到的具体问题提供具体的解决方法,只能提供给我们一些基本的观念和思路。这些观念和思路可能会成为我们思考和解决学生学习数学时所遇到的问题的理论背景或基础,加上我们的实践智慧。如此,我们就有可能会更深刻地把握一些具体而又似乎琐碎的问题。

学生的学习影响着教师的教学。当今世界正处在一个信息化和全球化的时期,学生的学习环境和方式发生了重大的改变。电子产品、网络媒体等都改变着学生的学习方式,也拓展了其学习的空间。这对教师的教学不能不说是一个冲击,它也势必在某种程度上推动教师学习的变革。

我国最早的教学理论著作《学记》中的“教然后知困”“教学相长”等观念至今仍使我们深受启发。在当前,“教师就是课程”已不太准确。学生可以通过多种渠道来了解和学习知识,并不一定只能从教师那里才能得到“正确的”答案。这样,教师可能会无法回答学生所提出的一些问题。甚至,在某些方面教师还需要向学生学习。这样,教师的主要责任就从教给学生知识转变到“邀请”并引领学生学习上来。教师还需要不断地从教学实践中总结问题,在困惑中思考、在思考中进步,不断地学习并勇于向学生学习才有可能成为信息时代合格的教师。在这一过程中,不同的学习理论将帮助我们了解学生学习的不同类型、机制、存在的问题以及可能的应对策略,进而帮助我们成为一名出色的学生学习的推动者。



重要结论与启示

1. 柏拉图认为人的一切知识都是由天赋而来,它以潜在的方式存在于人的灵魂之中。因此,认识不是对外部物质世界的感受,而是对理念世界的回忆。教学的目的是恢复人的固有知识。

2. 洛克认为知识不是与生俱来的,新生婴儿是带着空如白纸的心灵来到人间的。

3. 洛克和柏拉图学习理论所共有的一个缺点是把学习者视为被动的角色。

4. 行为主义理论认为学习是刺激与反应之间的联结。其中,桑代克提出的“试误说”认为学习是通过不断的“尝试—错误”而获得知识的,并提出了“效果律”“练习律”和“准备律”。斯金纳将人的行为分为应答性行为和自发性行为,并对“强化”有很详细的研究,且将其应用于学习,形成了程序学习理论。

5. 格式塔心理学认为,学习不是一个刺激和反应之间逐步形成联结的过程,而是一个顿悟的过程。学习就是知觉的重新组织。这种知觉经验变化的过程不是渐进地尝试错误的过程,而是一个突然领悟的过程,所以,格式塔的学习理论又称“顿悟说”。

6. 杜威的“思维五步”:一是疑难的情境;二是确定疑难的所在;三是提出解决疑难的各种假设;四是对这些假设进行推断;五是验证或修改假设。这五个步骤的顺序并不是固定的。

7. 皮亚杰认为儿童认知发展一般要经历四个阶段:感知运动阶段(0~2岁)、前运算阶段(2~7岁)、具体运算阶段(7~11岁)和形式运算阶段(11~15岁)。

8. 奥苏伯尔根据知识学习过程的性质(学习者是否理解所要学习的材料)的不同,将学习分为机械学习和有意义学习,其中有意义学习是指学习者的认知结构与学习内容建立起非人为的实质性的联系。他还提出了“先行组织者”概念,即先于学习任务本身呈现的一种引导性材料,它要比原有的学习任务本身有更高的抽象、概括和包容水平,并且能够清晰地与认知结构中原有的观念和新的学习任务相关联。

9. 杜威认为在社会情境中进行有意义的活动,是学生进行真正意义上的学习的根本方式。他主张将社会生活和生产中的活动进行一定的调整,作为学校的课程,让学生在真实的情境中进行学习。

10. 维果茨基强调我们所学习到的事物当中,最重要的是“心理工具”。心理工具是人类社会发明的,用来使个体有效地处理人际关系以及其他事物。心理工具包括逻辑、符号、概念、文字、数字等等。这些“工具”帮助人们建构看待世界的观念。

11. 班杜拉提出了较系统的“社会学习理论”。该理论认为,人的内在特征、行为和环境三者之间构成动态的交互决定关系,其中任何两个因素之间的双向互动关系的强度和模式,都随行为、个体、环境的不同而发生变化。

12. 学科基本结构是指某门学科的基本概念和基本原则及其之间的关系。

13. 教育心理学家迈耶、维特罗克、皮瑞特,课程与教学专家安德森、库尤克沙克、



阮史斯和测量评价专家克拉斯沃尔、阿来萨把布卢姆的认知领域的“知识、领会、运用、分析、综合和评价”分类发展至包含知识和认知过程两个维度的分类表。他们把认知结果即知识维度分为事实性知识、概念性知识、程序性知识和反省认知知识四类，而把认知过程维度分为记忆、理解、运用、分析、评价和创造六类。

学习评价

1. 如何理解心理学对（数学）学习研究的若干结论？
2. 试就古典学习理论在小学数学教学中的应用举出一个实例，并略作分析。
3. 试就行为主义学习理论在小学数学教学中的应用举出一个实例，并略作分析。
4. 试就问题解决学习理论在小学数学教学中的应用举出一个实例，并略作分析。
5. 试就学习发展理论在小学数学教学中的应用举出一个实例，并略作分析。
6. 试运用认知分类表就小学数学教学的某一“课程主题”分析其认知结果与认知过程。

参考文献

1. 安德森，等．学习、教学和评估的分类学：布卢姆教育目标分类学修订版[M]．皮连生，主译．上海：华东师范大学出版社，2008.
2. 菲利浦斯，索尔蒂斯．学习的视界：第4版[M]．尤秀，译．北京：教育科学出版社，2006.
3. 汪凤炎，郑红．中国文化心理学[M]．广州：暨南大学出版社，2015.
4. 皮连生．教育心理学[M]．3版．上海：上海教育出版社，2004.
5. 皮连生．学与教的心理学[M]．3版．上海：华东师范大学出版社，2003.

拓展阅读

1. 郭兆和，宋宝和，张庆林．代数应用题图式研究概述[J]．数学教育学报，2007（4）．
2. 董奇，张红川，周新林．数学认知：脑与认知科学的研究成果及其教育启示[J]．北京师范大学学报（社会科学版），2005（3）．
3. 路浩，周新林．数学认知与学习的脑科学研究进展及其教育启示[J]．教育学报，2012（4）．
4. 董奇，张树东，张红川．发展性计算障碍：脑与认知科学研究的新成果及其对教育的启示[J]．北京师范大学学报（社会科学版），2004（3）．