

促进初中学生自学数学有效心理学原则

卢仲衡 余碧筠 朱新明 章明娟
宋同莘 林嘉绥 张梅玲 冯申禁

中国科学院心理研究所

刘景波 苏炎

中国人民大学附中

彭文逵 董世毓

北京市第三中学

一、前言

教学改革中的心理学问题主要是教学内容和方法的改革如何更好符合学生认识过程和认识能力发展的规律问题。因此,改进教材教法是个重要环节。1965年我们总结前两年重复欧美的“程序教材”的基础上,批判地吸收了在这一段时间内所得的经验教训,转而提出了利用三个本子(一本课本,一本练习本,一本答案本)的自然试验方案,在北京女六中(现在改为一五六中)和西四中学进行初次试验,从当时的自学效果看来,成绩稍优或相当于老师教学的班,而自学时间比老师教学班时间缩短1/4左右。

1972年底,我们再次采用我们设计的、在女六中进行过因式分解的编写和试验的自学方式,编写了“有理数”一章试验教材¹⁾。因为因式分解和有理数是初中代数中的难点教材。难点能自学,容易的也就自然能自学。我们在程序教学开始时就重点地反复试验这两章教材。我们在寒假进行预试修改后,经北京市教育局、海淀区教育局、西城教育局批准并在他们大力支持下,在北京一七二中和三中各设两个自学实验班,由教师作短短的启发后,学生利用我们这种自学课本进行自学。我们连续试验完初中一年半的代数(从1973年春至1974年夏)。

在班上进行正式试验之前,选几名中等水平的学生进行预试,以确定一节大致进度,教师根据学生的自学情况做好备课启发工作。为了试验工作的顺利进行,对试验班学生进行思想动员和说明研究目的和意义。所有编写课本和练习本的心理原则和做法都与女六中做因式分解大致相同,这里不赘述。做了一年半后,由于“四人帮”对教育战线的干扰、破坏而被迫停止了。但在这一年半中,已初步看出初中学生自学数学思维能力的显著成长。

在以华主席为首的党中央一举粉碎“四人帮”之后,我们经北京市教育局批准重新在

1) 只举“有理数”一章的实验结果为例,其它各章在实验班中也差不多,因为在有理数试完之后,效果好,学校要全面推广,已无对比班,由于“四人帮”对教育界的干扰破坏,因此对推广班也未作整理。

一七二中和三中各建立一班自学实验班，准备从较长的时间内研究中学年龄阶段学生自学数学的思惟能力的成长、学习迁移以及有助于充分调动学生学习的主动性和积极性的心理因素，为教学改革提供心理学依据。

二、实验结果

(一) 1973年的实验结果：从表1可以看见，一七二中自学实验班(I)比对比班(I)的成绩高12分；实验班(II)比对比班(II)的成绩高13.5分。因为各班都是就近入学的，不是考进来的，不是按成绩分班的，是不是实验班的程度本来就比对比班好呢？现在让我们来看看表2中其他各科的成绩。

表1 实验班和对比班学习成绩的比较表 (1973年)

校 别	一 七 二 中				三 中			
	实验班 (I)	实验班 (II)	对比班 (I)	对比班 (II)	实验班 (I)	实验班 (II)	对比班 (I)	对比班 (II)
平均成绩	91.6	82.3	79.8	69.3	85.2	85	79.3	74

表2 一七二中期中考试各科成绩表 (1973年)

课 别 班 别	政 治	语 文	数 学	外 语	附 注
实验班 (I)	85	83.4	91.6	81.3	第十班，体育班
实验班 (II)	75.8	80.3	82.3	72.7	第九班，乱班
对比班 (I)	85.8	92.5	79.8	89.7	第六班，文艺班
对比班 (II)	80	84.3	69.3	71.7	第八班，乱班

注：一七二中的实验班(I)是体育班，对比班(I)是文艺班，是十个班中最好的班，老师也是最有经验的，实验(II)和对比班(II)都是乱班，上面已将它们其它各科成绩作比较

从表2可以看出，对比班除数学外，各科成绩都优于或接近于实验班。这就明显地看出数学成绩优异的原因是自学我们自学课本的关系。

在三中也是就近入学的，不是按成绩分班的。实验班(I)与对比班(I)程度相当；实验班(II)与对比班(II)程度相当。而实验结果：实验班(I)比对比班(I)成绩高6分；实验班(II)比对比班(II)成绩高11分，差异也是明显的。三中的实验班的成绩比对比班的成绩虽然没有一七二中的实验班和对比班差异那么大，但是三中在学习时间上实验班比对比班缩短1/4，而一七二中只缩短1/7（因为老师加了补充题，而对比班加的也更多，这只是一个约数）。最重要的问题是自学的比重，在一七二中，老师平均每课指导和启发学生只用4至5分钟左右，而在三中就用10分钟左右。

从学习成绩和缩短时间来看，再一次证明1966年春在女六中和西四中学的实验结果是可靠的，经得起重复和考验的。

试验“有理数”的过程中，许多学校的老师前来参观，对试验都给予肯定的评价，试验

结束后,还与两校的领导和师生一起进行了座谈总结。现将他们的意见概括如下:

(1) 三个本子的自学方式比较符合毛主席“要自学,靠自己学”的教育思想,方向是对头的。学校的领导认为:“这段教学试验是不错的”。老师说:“这种方法符合毛主席讲的‘要自学,靠自己学’的指示”,三中范主任说:“这段自学试验是很成功的,重点搞自学,符合毛主席思想,方向是对头的。”学生说:“这种学习方式符合党的教育方针,使我们每个人都能生动、活泼地学习。”

(2) 能培养初一学生的自学数学能力和看书习惯。一般的课本内容连续性不够,有不少地方学生看不懂或难以看懂,而我们这种教材和习题的步子都稍小些,适合学生看和做,因此学生能自学。当学生形成自学能力后,步子可以逐步扩大。老师说:“由于教材阶梯步子小,由浅入深,在习题中,一环扣一环,前者启发后者,符合学生学习水平。”学生说:“通过自学,使我们培养了自己解决问题的能力,这样自己学记住了,比老师讲过而记住的要牢。”老师说:“通过自学,学生看书能力大大加强,能抓住重点。”

(3) 通过自学提高分析问题和解决问题的能力比通过老师讲要快。

老师反映学生自己阅读课本、发现问题、分析问题、解决问题有助于加快解题的速度。如期中考试是两节课的时间,实验班大多数只用一节课多一点时间就做完,而对比班一般要用两节课。老师说:“通过自学,学生能独立思考,自学能力得到培养。如做练习、对答案,学生不是简单地认为和答案不一致就算了,而是要进行对比,找出原因,有的学生还能发现问题,提出问题。”学生说:“自学是一种好方法,能开动自己的脑筋,提高自己思考的能力,又能养成独立分析问题的自觉性,使自己的理解能力逐渐提高。”

(4) 能调动学生的积极性和主动性。班级教学中共性与个性的矛盾较难解决,一班学生总有基础好的、基础差的,有理解快的,也有理解慢的。教师讲授难以全面照顾。现在试验的教学方法,教师可以做到“少而精,启发式”。学生反映:“这种方法先进,激起同学的自觉性和积极性,能使人开动脑筋钻研,能使同学掌握学习上主动和自觉的学习习惯。”教师说:“由于教材阶梯步子小,由浅入深,符合学生的水平,练习题和教材配合得紧,难点分散,不论程度好和差的学生都有事干,所以都能发挥学习积极性。”“教学是师生双方的活动,只有一方是不行的。很多教师认真备课,课堂提问,形象生动地教学,都是为了调动学生的积极性。但是比较起来,调动学生积极性的方法不如自学这种方法。”

(5) 教材编写的步子小,容易懂,未学过代数的学生拿起来也能自学;初学教书的人,按照这课本的内容讲下去,学生就能懂了。在一七二中和三中有些学生从外地转学来了,晚了一两个月,教师发这自学课本给他们自学,考试结果,成绩优良。还有一个更特殊的例子,就是三中主任的女儿患肾炎两年,在家自学,而数学是自学我们编的一年半的数学自学课本,到初三上学时,数学成绩第一名。教师说:“教材教法适合于初中年龄阶段学生的水平和接受程度,学生一般都能看懂学会。”“教材编写得好,如学负数的引入比现行课本好,学生容易理解,认识到正负数是实际存在的,写得很自然,不像现课本那么生硬。”“练习安排得较好,与教材紧密结合,不像现行课本与习题脱节。”也有教师认为我们编得琐碎,还可精练些。也有教师反对自学的,认为概念非讲不可,这是编写的缺点,还是固有的缺点,还有待于研究。

(6) 提高质量,节省时间,又减轻学生和教师的负担。在教师的5分钟的指导和启发

下,学生充分地利用课堂上的时间,边读边练,当时知道对错,不走或少走弯路,因此节省了时间,并提高了学习质量。老师说:“两三次的测验证明,实验班成绩优于对比班。”“试验培养了学生阅读能力,在课堂上解决问题。检查结果,成绩优良,符合主席的‘要自学’的指示,对教改有很大促进作用。”“这种方法减轻了学生的负担是很明显的。”“减轻了学生的负担,使学生腾出时间参加其它活动,促进德、智、体全面发展。”

(二) 1978 年的实验结果

在一七二中(现又改为人民大学附中)和三中各设一个自学实验班。一七二中是北京市的重点学校,是公开招生的,学生程度较好,各班程度都是一样的。三中不是重点学校,学生是就近入学的,但是实验班是三班中的最好的一班,因此在本校不能比,而只能找相当的学校的最好班来作对比,幸而各区都统考,所以比较的成绩是可靠的。表 3 的一七二中是海淀区统考的结果,而三中是西城区统考的结果。

表 3 试验班和对比班学习成绩的比较表 (1978 年)

校 别	一 七 二 中		三 中	
	实 验 班	对 比 班	实 验 班	对 比 班
平均成绩	95.7	93.4	74.7	62.7

从表 3 可以看见,在一七二中,实验班 95.7 分,而对比班是 93.4 分,相差 2 分左右。但是实验班有 15 人 100 分,80 分以下的一个人都没有,而对比班只有 9 个人 100 分,80 分以下的也有 1 人。对比班是住校学生,而实验班是走读生,对比班晚上有晚自习课的,并增加了许多补充题。对比班和实验班的老师都是学校中最好的、最有经验的老师,但是我们实验班的老师一次自习课都没有去辅导过。从此看来,实验班不仅成绩优于对比班,而且学习时间也缩短了。所以在这复杂因素中,取得良好成绩,自学这个因素还是起着主要作用。在三中的实验班和水平相当的某校最好班作对比,成绩是 74.7:62.7 分,相差 12 分,差异是非常显著的,最主要的是,我们实验班的及格率是 94%,而对比班的及格率是 68%,可见我们不及格的只占 4%,而对比班就占 36%。从两校总的效果来看,用自学的方式,成绩总能达到相当水平。

从 1966 年女六中的自学实验,又经过在一七二中和三中不同时间的两次重复,实验三次,成绩都优于教师的教学,这就不得不使人相信自学的效果了。更重要的就是自学班学生自学思维能力的成长,这对于培养科技人材会起着重要作用。关于这问题,请看下面的事实。

(三) 学生自学的思维能力的发展

我们从 1973 年 3 月开始至 74 年夏在一七二中和三中进行了一年和一年半的初中代数的自学试验。这个试验除开肯定自学的效果之外,主要是研究自学思维能力的成长。研究的方法主要是有意识地编写由小步逐渐过渡到大步,甚至过渡到课本一样的大步子。例如一开始关于有理数一章编写的步子较小,以后的章节的步子越来越大,到了分式加减乘除运算时(快将自学满一年的时候),几乎都采用四省市在天津新编的课本,这样可以看

表 4 一七二中自学数学一年后自学思惟能力的发展 (1973 年)

教材名称	班 别 类 别	实 验 班 I		实 验 班 II	
		做对人数的百分数	第 2 天用 10 道类似题测验结果	做对人数的百分数	第 2 天用 10 道类似题测验结果
自学四省市编的分式乘除		95	87.3		
自学四省市编的分式的加减				75	72.24

附注: 分式加减比分式乘除要难, 实验班 I 的学生的程度也比实验 II 的程度较好, 实验班 II 有 75% 人能学难点教材, 可见自学能力的成长。

看自学思惟能力成长的情况。从表 4 可以看见, 实验班 I 学习一课时分式乘除, 有 95% 人能完全自学, 只有 5% 人自学还有困难。第二天用 10 道类似的题进行测验, 平均 87.3 分, 只有 2 人不及格。虽然分式乘除运算本身较为容易, 但是也证明了从小步逐渐过渡到大步, 直至现行课本的步子较容易的教材也能自学了。实验班 II 的学生的两极分化学生较多, 同时分式加减法包含了混合运算, 是难点教材之一。所以快将自学满一年的实验班 II 的学生, 只有 75% 左右的学生能自学这难点教材, 有 12 人自学这难点教材有困难。第二天用 10 道类似的题测验的结果, 平均成绩 72.24 分, 但也说明多数人对难的教材也能自学, 自学思惟能力也确实成长了。

为了仔细观察分析自学实验班与对比班的自学思惟能力的成长, 我们在三中搞自学实验快将一年半的时候, 在实验班和对比班中分别由老师选取优、中、差学生各 4 人来做自学试验。自学北京市编的课本的一元二次方程, 时间 90 分钟, 一面看课本, 一面做题, 谁也不准看谁, 我们 6 个人监考, 对学生说明想比一比两班的自学能力, 每人能做多少就做多少, 不作为学校的成绩的, 共做到 90 分钟为止。实验结果见表 5。

表 5 三中学生, 在自学一年半时, 实验班与对比班的自学思惟能力的成长 (1974 年)

类 别	班 别 作 题 情 况	实 验 班				对 比 班			
		全 对	有点错	错	做题总数	全 对	有点错	错	做题总数
优生平均做题数		54.5	3.5	2.2	60.2	14.5	7.5	6	28
中等生平均做题数		30.2	5.2	2.5	37.9	16	6.7	6.7	29.4
差生平均做题数		21.7	5	4.2	30.9	22	2.7	9	33.7
优中差学生平均做题数		35.5	4.6	3	43.1	17.5	5.6	7.2	30.3

我们实验班找优中差学生各 4 名是真正的优中差学生 (有三个最差的学生根本不能自学的除外了), 也希望对比班也是真正找优中差各 4 名 (对比班的学生完全由他们老师挑选的, 优中差三等由他们老师分定)。从表 5 可以看见, 我们的优生比对比班的优生全做对的题多 4 倍; 中等生多 2 倍; 差生是一样的, 错误率实验班学生都比对比班低。最奇怪的是, 对比班差的学生做对题数 (22 题) 比他们的优生 (14.5 题) 还要多。这就

引起了我们的怀疑,后来由实验班老师去调查,原因是对比班的老师以为我们也会挑最优的 12 名学生来与他班对比,因此他把他们全班中最优的 12 名学生都挑来了。其实我们实验班的优中差学生是真正的优中差学生。从对比中可以看见,利用我们根据个别预试定出学生能自学的适当步子编写的自学教材,对促进学生自学能力的成长的作用是很大的,自学一年半的初一、二学生的自学思维能力超过了未自学过学生这么大,这是我们没有想到的。我们的自学实验班可惜中途被“四人帮”对教育战线的破坏而夭折了。如果继续学三、五年、会不会对现课本的难点数学教材也都能自学了呢?数学能自学,这种能力能不能迁移到理化中去呢?这是我们要重新建立实验班用比较长的时间来解决的问题。

三、讨 论

(1) 应用自学方法是不是容易遗忘呢?这是老师们关心的问题;在 63、64 年做程序教学的时候,有老师反映过这个问题,国外也有资料反映过这个问题。我们只能在实践上和理论上来加以答复。

从表 6 可以看出,在一七二中学完有理数概念之后我们进行第一次测验,实验班得 93.3 分,对比班得 83 分;经过二十天再测验,实验班和对比班都没有遗忘,经过半年再测验,对比班的遗忘率比实验班的遗忘稍为大了些。我们记得经过一年曾测验过一次,对比班的遗忘率还是比实验班的要大些,可惜找不出实验的材料来了,只有靠以后再继续做更长的实验来看看情况如何?

表 6 一七二中学习有理数概念部分遗忘比较表 (1973 年)

班 别	实 验 班	对 比 班
第一次测验分数	93.3	83
经过二十天测验的分数	93.3	82.6
经过半年测验的分数	86.8	71.3

学习后遗忘的快慢是根据什么?说法是多种多样的,从感官相互作用来看的人,就认为,既可用眼睛看,又可用耳朵听的记忆深刻、记得牢,所以主张教师多教的好。认为视觉分析器是主动的分析器的并兼动手、动脑的人,主张自学的方法记得牢。笔者曾做过一个实验:视觉、视听觉、听视觉和听觉四种记忆的准确性和持久性的比较研究,结果以视觉的记忆为最好,在 360 个被试中,只发见一个听觉记忆型的,因此认为能主动学习、深刻理解、积极思维,从而引起注意集中的方法就能对记忆持久性产生影响。

(2) 直接揭露本质特征会不会在长远时间产生错误较多呢?

在欧美的程序教学中,直线式的程序教学的创始人斯金纳 (Skinner) 认为不能使学生有做错的机会,以免时间久了就会产生对错不分的泛化现象,所以主张步子越小越好,这样可以使学生一直做下去都是正确而不产生错误,主要的方式是采用了古老的填空法。而分枝式的程序教学的发明者普雷西 (Presser) 则恰恰相反,认为正确与错误都应该使学生知道,因此做题时,主要采用古老的选择法。每一种都是一个一个框面地呈现,并逐题强

化。我们设计了三个本子的自学方法,在每一新的类型题开始时,也出一些选择题,使学生判断对错,以便直接揭露本质特征。因为我们的习题和现行课本的习题呈现的方式一样,不同的是我们习题写在一练习本上,让学生在他们的练习本上做题,并给予简单的答案。为了检验用正确与错误同时呈现给学生判断对错的直接揭露本质特征的方法是否会在较长的时间内出现对错不分的泛化现象;于是我们在学生学完“有理数”一章后的半年时间,把我们曾用过的 11 组(34 题)选择对错题在没有复习的情况下分别在一七二中和三中进行原来判断对错题的测验。测验结果见表 7。

表 7 半年后测验过去有理数一章判断对错的对比情况 (1973 年)

类别	校 别 班 别	一 七 二 中				三 中			
		实验班 (I)	实验班 (II)	对比班 (I)	对比班 (II)	实验班 (I)	实验班 (II)	对比班 (I)	对比班 (II)
判断错的百分数		9.5	9.4	15	15	13	15	16	22

从表 7 可以看见,用判断对错的方法在较长的时间内错误率并不比对比班多,而是比对比班少。这是为什么呢?这就是把本质特征与非本质特征对照呈现,有利于形成分化而不是泛化。这也叫做直接揭露本质特征的方法之一。直接揭露本质特征有利于几何概念的掌握和解题,已在我们研究几何教学心理学中得到证明了。

从 1965 年底开始把我们自己设计的自学数学课本称为“启读练知”教学,以区别于西方的“程序教学”,我们这种课本和练习本不仅本身有启发作用,而且也让老师发挥作用,每课时平均可启发 4 至 5 分钟,即起画龙点睛的作用。其余的时间是自学、自练和自批作业三者有机的结合。各个因素的作用如何?程序教学的原则,前人发见的原则和我们在几何教学心理学研究中获得的心理原则贯彻到自学课本中去,各自所起的作用如何?我们企图一一用较精密的实验加以解答。由于“四人帮”的干扰和破坏,使我们自学实验中途夭折,所以对这些原则只做了几个实验而已。

教师的启发作用在刚刚开始自学和学习难点教材、概念或直观性较强的教材时,是十分必要的,但是在学生自学能力有了一定水平并且不是难点教材,学生学习我们编的由小步逐渐到大步的自学课本就不一定需要教师启发几分钟了,教师可以集中精力个别辅导落后生或者解答优等生提出的更高深的问题。我们曾在一七二中两个自学实验班对等地各选取优中差程大致相等的学生 41 人,以分式乘除为实验材料,实验的课堂情况和结果见表 8。

从表 8 可以看见,实验班 II 由老师启发 8 分钟后才开始自学,实验班 I 一开始就自学,实验时间都是 45 分钟。实验班 I, 学生平均做对 24.6 题,做错 0.4 题;实验班 II, 学生平均做对 19.3 题,做错 1.1 题。由此可见,教师不启发不仅能自学我们经过个别实验而编写出来的自学课本,而且做的题数还多了 5 题,但是第二天两班都测验 20 分钟时所得的成绩仍相等了。这是为什么呢?因为我们测验的题目都在所有学生已学到的范围之内的。这里是不是说明教师的启发不必要了呢?我们不是这个意思,主要希望教师的启发

表 8 自学分式乘除的课堂情况和结果 (1973 年)

类别	班 别	
	实验班 I (完全自学)	实验班 II (教师启发)
教师启发时间	0	8 分钟
学生提问次数(人次)	13	20
学生互相讨论(人次)	6	10
45 分钟内做对的平均题数	24.6	19.3
45 分钟内做错的平均题数	0.4	1.1
第二天用类似的 10 题测验的平均分数	87.3	87.7

一定要做到有的放矢,深入备课,了解学生的具体情况。同时也确实想了解一下教师的启发作用是不是如老师所想像那么重要呢?事实的答复不是这样。在学生能自学的教材就尽量让学生自学,这不仅有助于学生自学思维能力的成长,而且学得也多些。满堂灌自然是更大的错误。至于难点的教材或直观性较强的教材,教师作几分钟或十几分钟精辟的启发是十分必要的。例如我们在学习分式加减这种较难的教材时,我们以实验班 II 的学生(49人)学一课时四省市新编课本这部分教材时,学完后用 10 道题测验结果,平均只有 72.24 分。这班学生两极分化较大,自学快将一年,只有 75% 人能自学四省市编的分式加减的难点教材、其中学得好的只有 50%。但也有 25%,在老师辅导下仍未能自学这难点教材的(其中有七、八个极差的学生或根本不想学的学生)。

关于读和练的作用问题,我们还来不及进行专门的实验,但是我们从间接的观察可看到它们的作用。有一实验班的教师每课时都启发 10 分钟左右,把要自学的内容提纲挈领地讲了一下。因此有些学生听完后就以为懂了,不认真看课本就练习。这样对学生自学思维能力成长就要慢些,甚至有些学生老要等老师启发后才做练习,而自己不好好地去钻研课本。另一实验班老师启发时不把学习内容点穿,指导学生看书。例如学生学完同号两数相加后,学异号两数相加时,如 $(+3) + (-5)$,老师说以前学的两个性质符号相同的数的相加,你们学会了,现在这两个数的性质符号不同,怎么相加呢?取什么符号,两个数的绝对值怎么办?让学生立刻打开课本第几页,认真地、反复地学懂才做题。因为只点出要注意的地方,而没有告诉他们怎么做。他们非努力钻研课本的内容和例题不可,否则不会做。如果是比较容易看懂的教材,他就根本不启发,一开始就让学生自学。这样就打破了学生依赖老师先讲一下的期望,只能认真阅读课本和做题,因此自学能力成长就比较迅速。

至于练的问题,我们想做一个试验看看练多少题就达到熟练,再增多很多题也只能提高百分之一、二时,就应该终止练习。可惜这个实验来不及做。由于打破了教师的满堂灌,练习题已写在练习本子上,同时可以对答案,答案几乎就是下一组题的例题,因而速度自然会变快,所以学生有足够时间做练习。同时由于自学,有些概念和法则仍要在练中加深理解。所以我们编写的习题量比现行课本多半倍左右,难点习题量多一倍左右,就是这么多的习题量,还对比班的学习速度快多了。

1973年清华大学附中全体数学老师到一七二中参观我们自学班,几乎每人看一个人自学,有几个人巡回的看,看完一课后,他们全体开了一小时的会,然后与我们座谈,他们

集中由一个人发言,他说:“一个学生在 45 分钟内做 60 多道题并且能判断自学课本中做错的答案,使他们感到吃惊。”最后说:“这样的自学方法,优点大于缺点。”其他学校的参观者,对这样的自学都有好评。

最后让我们讨论一下斯金纳发明的程序教学最强调的两个心理学原则。一个是小步子,甚至说,步子越小越好;另一个是及时强化,亦即是当时知道结果。

首先让我们来看看及时强化这个心理因素对自学的作用如何?我们对此进行过较精细的实验(见表 9)。

实验 1: 把一七二中的实验班 I 按照对等程度分为两组。一组是有答案组(20 人),一组是没有答案组(19 人),自学课本的十字相乘法和做它的练习题共 40 分钟,经过 5 小时后,把两组的练习本批改后,发还给两组学生看一遍他们的错误或改正并再看一遍课本共 20 分钟。然后再给 10 道类似的题给他们做,做 25 分钟,每题都按 10 分计算。

表 9 及时强化和不及时的做题数和测验结果
(实验 1) (1973 年 11 月)

组 别	当时可对答案组 (20 人)	当时不能对答案组 (19 人)
每人平均做对题数	30.6	19.5
每人平均做错题数	2.2	7.2
测验 10 道题的结果的分数	71.3	75.8

从表 9 可看见,及时强化组(即当时做题时可以对答案组)比不及时强化组做对的题数要多,做错题也少。但是经过 5 小时后,把两组的练习本批改后再做类似而不是相同的十道题,后来强化的比及时强化的反而优异 4.5 分。

实验 2: 为了验明是否会因为我们分组的人的学习水平不一致所导致的差异呢?于是我们把这两组人对调来做四项式分组分解法,阅读课本和做练习题共 40 分钟,其它条件都相同,实验结果见表 10。

表 10 及时强化和不及时的做题数和测验结果
(实验 2) (1973 年 11 月)

组 别	当时可对答案组 (19 人)	当时不能对答案组 (20 人)
每人平均做对题数	21	18.4
每人平均做错题数	1.6	2.9
测验 10 道题的结果	80.5	78.3

从表 9 和表 10 可以看见,及时强化对于做对题确实多些,速度也快些,但是当时可对答案组的表 9 比表 10 的差异要大得多,而测验的结果,表 9 和表 10 正相反。从做题数和测验结果来看,两组的学习水平稍有差异,19 人这一组的水平较好些,这说明选样不大均等,但是差异也不是很大。从此可以看出,及时强化对自学起着一定的作用。

实验 3：为了进一步验明及时强化的作用的大小，我们在另一实验班按照平常成绩把全班学生分为两组，一组让看答案，另一组不让看答案，也是以分组分解法为实验材料。与前两个实验不同的就是，这次把我们做实验的真正目的告诉他们，并说明事后要测验的。实验结果见表 11。

表 11 及时强化和不及时间强化的做题数和测验结果
(实验 3) (1973 年 11 月)

组 别	当时可对答案组 (24 人)	当时不能对答案组 (24 人)
每人平均做对题数	21.3	14.8
每人平均做错题数	2.3	7.4
测验 10 道题的结果	78.5	74.5

从表 11 也证明了及时强化对学生的学习速度加快，做对的题数也多，原因是做完一组题就对答案，这样变成下一组题的相似的例题，步子变小了。测验的结果也是及时强化的好一些，可见及时强化对自学起着一定的作用，可以作为编自学课本的一个原则，但从结果的差异并不是很大，所以这个原则绝对没有斯金纳所说的那么大。及时强化的作用在人和动物的作用不同，人的学习因素比动物学习的因素复杂多了，不是单纯一两个因素起着主要作用，有时是复合的因素起着主要作用的。具有偏见的人，往往单纯注意了一个心理因素，而忽略了其它心理因素所起的作用。斯金纳就是把自学完全归结为及时强化和小步子，从而忽略了起作用的其他心理学原则。

现在让我们来看看斯金纳的另一自学原则，即小步子。他甚至说，步子越小越好，小到使学生完全不出错误为止。前面我们已经说过，我们编写了一年半的自学数学教材，从小步逐渐到大步，从学生自学能力的成长，甚至连现行课本中不是难点的章节也能自学了。同时用直接揭露本质特征的方法，不仅不会使学生记忆产生错误，而且有利于了解事物的本质特征。学生最初开始自学和难点的教材，小步子确实起着重要的作用，但是最重要的还是适当的步子，这样对培养学生的思维能力发展才能起着重要作用，如果都是小步子就会妨碍思维能力的发展。

斯金纳主张小步子，甚至步子越小越好，小到使学生完全不出错误为止。但是有一教授搞微积分的自学的研究，他反对小步子。认为学了小步子之后，以后大步子就不能自学，书店中的书就不能自学了。所以他采用连教带自学的办法来搞自学。我们认为他们两者都是形而上学的观点，把事物看作一成不变的，我们是从发展的观点来看自学的，从小步逐渐过渡到大步的。

至于编写自学教材的从展开到压缩、从详尽到省略，按步思惟等的原则，几乎贯彻到每一章教材中去。在女六中做因式分解的自学实验中，老师都强调了按步骤去想题，遇到二项式、三项式、四项式等各项式，首先想什么，然后想什么，确实按照步骤去想题。学生思惟的条理性很强。从展开到压缩也按照课本的要求去做了。可惜那时候，工作很忙，来不及设计专门实验去检查，但是实验成绩达到 95.1 分，学生做题的条理性很好，这两个心理因素也可能起一定的作用。后来再做的自学实验，由于教师对这些心理学的原则不理

解,不积极支持,因此也未能得出结论。现在我在继续做自学实验,我们一定要在复合的许多的心理原则中,一一确定它在编写自学教材和学生自学中的作用如何?

四、结 束 语

① 经过三次反复试验我们设计的三个本子的自学教材,成绩都优于或等于老师教学的成绩,但时间缩短四分之一左右。

② 这种自学教材优于欧美的课本式的程序教学,并有推广意义。

③ 斯金纳编写自学课本的两个心理原则——小步子和及时强化——确实起着一定的作用,但是绝对没有他所夸耀的那么大的作用。应该说是适当的步子,从小步到大步,这样对促进学生自学思惟能力的成长才起着积极的作用。

④ 斯金纳认为步子小到不出错误最好,而我们的实验证明,令学生判断对错,直接揭露本质特征是最好的。

⑤ 教师的启发作用,在最初自学时,或者是学难点教材和直观性教材起着重要作用。但是对于容易学习的教材或者自学能力已形成时,教师的启发就不那么重要了,而教师应该把精力移到研究如何更好地修改教材,辅导落后生和指导优等生进一步自学。这里要特别指出的是,教师的启发,不要把教材内容点穿了。如点穿了,学生就不看课本而直接去做题。所以必须强调学生要反复阅读和理解课本内容。

⑥ 经多次试验证明,自学我们编的自学课本一年至一年半的时间,绝大多数学生能自学现行课本容易的章节;有半数以上学生能自学现行课本的难点章节。从此我们估计三至五年内参加我们自学实验的同学都具有阅读课本或相当水平的书籍。这种促进自学能力迅速成长的方法,就能为我国早出人材、快出人材、多出人材作出贡献。

⑦ 在理论上的意义:利用自己编写的自学课本可以研究一些编写教材的有用的心理学原则,同时也可以比较仔细而准确地观察学生的思惟和记忆过程,以便总结学习理论。

⑧ 在实践上看:现在市面上的自学课本,多数是复习课本,完全没有学过数学的人是看不懂或很难看懂的。他们并没有经过个别实验和在班上实验的。我们的自学课本首先找学生作过许多个别实验,一个主试一个被试这样地进行试验后修改过才在班上试验的。这不仅对初学者有用,对于函授教育和提高落后生的学习水平也是有用的。

总的说来,这个研究虽然经过反复地做,仍是初步性的。有些结果还需要进一步更严谨的验证,有些问题更有待于作进一步深入的心理学阐明。这里的报告只主要是把我们过去的工作收获作一番整理以作为今后继续研究的基础。



SOME USEFUL PSYCHOLOGICAL PRINCIPLES IN IMPROVING SELF LEARNING OF MATHEMATICS BY THE PRIMARY MIDDLE SCHOOL PUPILS

Lu Zhong-heng Yu Bi-yun et. al.

Experimental researches show that learning effect may be raised, learning time shortened and the self-study ability cultivated by using the author's teaching materials of mathematics. The underlying psychological principles of the materials are their adequate steps and immediate reinforcement, but the most important principle is the direct discovery of essential characteristics through judgments of right and wrong. This method may also be useful for other teaching purposes.



对一次认识发展过程的分析研究

唐自杰

重庆师范学院心理学教研组

编者按：这是结合一种很平常的实践活动，对其中的认识发展过程进行分析考察所取得的结果的一篇研究报告。所用的这种方法是值得重视的。直接结合生活、实践的实际，对富有现实品格的心理活动过程进行严谨而具体的分析观察，这是一种颇有广阔前途的心理学研究途径。报告所论述的研究分析结果也甚有意义。

一、一次认识发展过程的实例

1972年秋，我们在农村劳动时，作过用土法测量土制农药“九二〇”含量的试验。在测量过程中，首先遇到一个难于解决的问题：怎样从土制“九二〇”的浸泡液（以下简称“浸泡液”）中把清液吸取出来测量？因为浸泡液中混有许多杂质，要把清液吸取出来并不容易。我们用过几种方法，经过很多次的尝试，最后才比较满意地解决了这个实践中的问题。这里有一个逐步提高认识的过程。这一认识提高的过程虽然比较简单，但也包括几个主要的步骤和有关的因素，因而值得作为一个标本来予以分析研究。现先将这个认识过程的经过步骤简单分析介绍如下：

(1) 开始时，我们根据前些时候在别的地方学习过的经验，考虑用棉花裹住吸管尖用口吸，使浸泡液中的清液透过棉花被吸出来（方法一）。实践结果，吸起来非常吃力，非常慢，而且吸取得很少，完全不象前些时在别的地方学习那样容易。这使我们感到必须另外找一个方法才能适合于当时测量的需要。

(2) 于是根据过去学习的化学知识，考虑用滤纸滤出清液（方法二）。实践结果，过滤后所得的清液自然很干净，但过滤得非常慢，而且愈后愈慢。这大大妨碍了整个测量的进行过程。而且在农村，滤纸、漏斗也不是容易找到的东西。当时我们也只有很少几张滤纸了。因此还得另外找一个简便易行的办法才行。

(3) 于是回过头来再考虑用棉花裹住吸管尖、用口吸的办法。查一查有关土法测量“九二〇”含量的资料，才知道别人用的棉花是脱脂棉花。我们开始时完全没有意识到这一点，用的是当时我们用作瓶塞的普通棉花。于是我们改用当时工作室已有的再生脱脂棉花（就是把已经使用过的脱脂棉花加工制成的）来裹吸管尖（方法三）。实践结果，效果较方法一好点，但吸取仍较吃力，而且也较慢，因此觉得还需要改进。

(4) 于是改用新制脱脂棉花来裹吸管尖（方法四）。实践结果，效果较用再生脱脂棉花时好一些，但仍有些吃力，速度也不很快。这时因为已知的方法都用完了，一时想不到其它方法，所以只有反复使用这个方法。但总觉得不满意，需要进一步改进。