

解题反思对数学学业优差生解题过程的影响^{*}

张 璟^{1 2} 林崇德¹ 沃建中¹

(1. 北京师范大学 发展心理研究所 北京 100875 2. 江西师范大学 教育学院 南昌 330027)

摘 要 考察解题反思对数学学业优生和差生解题结果及所用策略的不同影响。选取初一至初三年级的数学学业优生和差生为被试,以一套连加数问题为实验材料,进行一对一的测试,前后进行两次测试。对反思组优差生(优生 12 人,差生 10 人)和无反思组优差生(优生 14 人,差生 14 人)解题过程的比较,发现:1)解题后立即进行反思能够提高差生的解题正确率,但是延长解题时间;2)先前的解题反思对优生和差生后续解题时的正确率和解题时间均不产生明显影响;3)解题后立即进行反思能够促进优生和差生使用高效策略,放弃低效策略;4)先前的解题反思在后续解题中仍然促进学生使用高效策略,对优生的促进作用比对差生更明显。

关键词 解题反思 解题结果 解题策略 数学学业优生 数学学业差生

中图分类号:B842.5

文献标识码:A

文章编号:1003-5184(2007)02-0058-05

1 引言

近年来,关于儿童解决数学问题的研究成为认知心理学研究的一个热点。数学问题的解决过程可以作为了解个体认知技能和认知策略发展的一扇窗口。研究者从一开始就对影响数学问题解决过程的因素给予了关注,其中元认知因素被研究者一致认为在数学问题解决过程有非常重要的作用,元认知水平高的学生不仅解题正确率高,而且会选择高效的解题策略^[1-3]。因此,研究者通过训练学生的元认知能力、提高元认知水平来改善学生的解题过程^[4,5]。

学生的元认知能力在行为层面上,体现为很多具体化的行为^[6,7]。Carol 将解题之后的反思行为看作是元认知监控的一种具体的、外显行为,认为反思是使个体的内在自我监控机制运作起来的一种行为^[8]。John Dewey 则首次从心理学和教育学的角度对“反思”进行了论述:反思是问题解决的一种特殊形式,是一个能动的、审慎的认知加工过程^[9]。从这个意义上说,心理学研究中的“反思”概念更为具体性和狭义性,不同于哲学中的“反思”概念。还有心理学研究者对反思做了界定:反思是一种个体的心理操作过程,通过反思,学生能够意识到自己的学习过程,并可能掌握更多的策略。在面临复杂问题时,反思发挥着重要的作用,因为它能够给学生提供一个再思考机会,让学生确切知道自己是如何解决问题的,什么样的解决策略对达到目标是合适的,在自己已有的策略中该如何选择恰当策略^[8,10]。这些对反思的界定都表明,心理学领域的反思与自我监控有

密不可分的联系,它是自我监控的一种具体化行为。

因此,有研究者从培养反思能力的角度入手来提高学生的学业成绩,采取的做法主要是提供学生反思的机会,通过开放式提问引导学生对自己的学习行为进行反思,解题时进行解题反思训练等^[11-13]。通过引导学生进行解题反思,可以提高学生的解题成绩,这是已有研究得出的一致结论。但是针对学业成绩不同的学生,解题反思对解题过程的影响是否一样的呢?先前进行的解题反思对学生后续的解题过程是否还有影响呢?这些都是教学实践中引导学生反思需要注意的重要问题,以往研究对此尚缺乏关注。

研究将解题反思作为一种元认知监控的具体化行为,即是在学生解题后立即提供反思机会,引导学生对自己的解题过程进行分析,寻找最有效的策略。以此考察解题反思对数学学业优生和差生解题过程的影响,以及这种影响是否仍然作用于学生后续的解题过程。

2 方法

2.1 被试

被试选自河南省某市属中学初一至初三每个年级数学学习成绩前 10 名的学生(作为数学学业优生)和后 10 名的学生(作为数学学业差生),按照学习成绩和年级的比例随机分配到实验组和控制组,剔除没有认真答题的被试,剔除前后两次测试中任意一次有缺失数据的被试,最后获得有效被试实验组 22 人(优秀生 12 人,差生 10 人),控制组 28 人(优秀生 14 人,差生 14 人)。

^{*} 基金项目:高等学校全国优秀博士学位论文作者专项基金项目(200209)。
通讯作者:林崇德, E-mail: lincdongde@263.net。

2.2 研究工具与材料

一套连加数填空测验程序。这套程序的测试题库包括 15 道自编的适合初中生使用的连加数填空题 样题如 : $17 + 19 + 12 = 16 + 18 + 1--$,要求被试填出横线上的数。被试在计算机上按键答题 ,由计算机记录被试的答案和答题时间(精确到 0.01 秒) ,被试每答完一题向主试报告解题策略 ,策略类型由主试编码后输入计算机。

根据试题的特点及研究预试的结果 ,完成测试题的策略类型共有六种 :策略一 ,完全相加法 ;策略二两两相加法 ;策略三两两比较法 ;策略四忽略十位数运算法 ;策略五其他方法 ;策略六错误方法(为方便比较 ,这里暂且把错误方法归为策略六)。经预测 ,在五种正确的策略中 ,策略水平由低到高依次为策略一、策略二、策略五、策略三、策略四。

2.3 研究过程

2.3.1 测试过程

由主试和被试一对一进行测试 ,指导语要求被试又快又准确地答题 ,想好答案后立即按键反应。第一次测试 ,实验组被试(又称有反思组被试)在答题过程中有解题反思的机会 ,具体为第一步 :解题 ,

被试答完一题向主试报告解题策略 ,主试进行策略编码记录 ;第二步 :寻找其他策略的反思环节 ,要求被试寻找其他解题方法 ,主试不给任何提示 ,仅对被试找到的解题方法进行编码记录 ,此环节一直持续到被试报告找不到其他方法为止 ;第三步 :策略评估的反思环节 ,要求被试对自己已找到的所有解题方法进行评估 ,评出最好的解题策略 ,主试也不给任何提示 ;第四步 :下一题解题。控制组被试(又称无反思组被试)在答题过程中没有解题反思的机会 ,即只有第一步和第四步。一周后进行第二次测试 ,实验组和控制组被试都只需完成第一步和第四步 ,即两组被试都没有解题反思的机会。

2.3.2 对主试的说明

主试由经过培训的两位心理学专业研究生担任 ,两主试对策略类型评估的一致性系数达到 0.80。

2.4 数据收集与整理

实验数据由 Microsoft Access2000 管理 ;采用 SPSS13.0 统计软件进行数据分析。

3 结果与分析

3.1 解题反思对优差生答题结果的影响

表 1 学业优生与差生答题反应时(ms)与正确率(%)的比较

		答题人次	一 测						二 测					
			反应时		t_1	正确率		t'_1	反应时		t_2	正确率		t'_2
实验组	优生	180	14.60	5.28	2.47 [*]	86.67	0.10	0.36	7.46	2.51	1.04	79.44	0.13	2.27 [*]
	差生	150	25.59	14.33		88.00	0.06		18.29	9.33		82.00	0.13	
控制组	优生	210	9.42	8.23	1.04	85.24	0.10	2.27 [*]	9.33	5.39	3.52 [*]	83.81	0.12	1.13
	差生	210	13.96	14.15		71.43	0.20		19.88	9.85		78.57	0.13	

表 2 各组学生两次测试反应时(ms)与正确率(%)的比较

		一测	二测		一测	二测	
		反应时	反应时	t_{12}	正确率	正确率	t'_{12}
实验组	优生	14.60	7.46	4.33 ^{* *}	86.67	79.44	1.48
	差生	25.59	18.29	2.54 ^{* *}	88.00	82.00	2.08
控制组	优生	9.42	9.33	0.05	85.24	83.81	0.32
	差生	13.96	19.88	2.00	71.43	78.57	1.55

从表 1 和表 2 的结果看 ,第一次测试实验组差生的解题反应时显著长于优生 ,而差生的解题正确率与优生没有显著差异 ;控制组的结果与实验组不同 ,差生与优生的解题反应时没有显著差异 ,但差生的解题正确率显著低于优生。实验组优生与控制组优生解题反应时和正确率均没有显著的差异 ;但是实验组差生的解题反应时长于控制组差生($t = 1.97$, $p = 0.06$,边缘显著) ,实验组差生的正确率显著高于控制组差生($t = 2.49$, $p < 0.05$)。可见 ,解题

后立即进行反思能够提高差生解题正确率 ,但也会延长差生解题时间 ;对于优生来说 ,解题反思的这种影响作用不明显。

为了进一步了解先前反思行为对后续解题过程是否也有影响 ,在第一次测试结束一周后 ,对被试进行了第二次测试。从表 1 和表 2 的结果看 ,第二次测试实验组和控制组均表现出优生的解题反应时显著短于差生 ,而解题正确率优生和差生没有显著差异。实验组优生与控制组优生在反应时和正确率上

没有显著差异,实验组差生与控制组差生在反应时和正确率上也没有显著差异。可见,在后续解题过程中,优差生的解题结果并不受先前反思行为的影响。将第一次测试与第二次测试结果对照,实验组优差生的解题正确率均没有显著差异,控制组优生第一次测试正确率显著高于差生,第二次测试优差生正确率则没有显著差异。实验组优生和差生第二

次测试解题反应时均显著短于第一次,而控制组中优差生前后两次的解题时间并没有明显的变化,这说明反思延长解题时间的效应并不在后续解题中发生。

3.2 反思对优差生解题策略的影响

实验组和控制组被试两次解题过程中所用策略类型的百分比情况如图 1、图 2 所示。

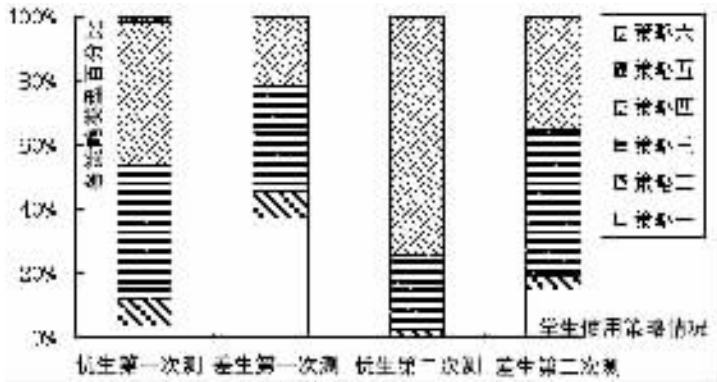


图 1 实验组优生与差生两次解题所用策略的百分比

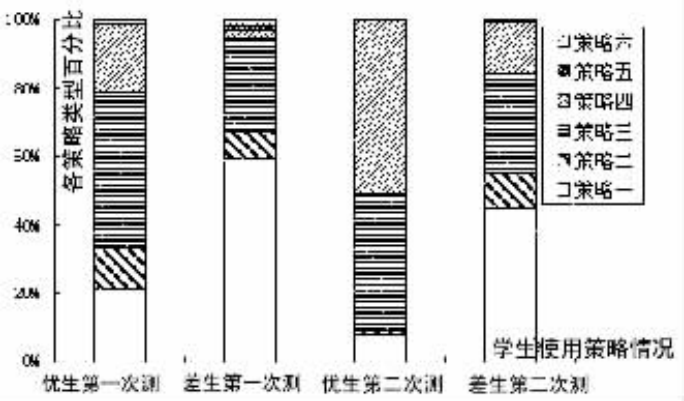


图 2 控制组优生与差生两次解题所用策略的百分比

第一次测试时,实验组没有人采用错误的策略,控制组优生有 1 人次使用了错误的策略,控制组差生有 3 人次使用了错误的策略。图中显示,实验组优生主要采用策略四、策略三,控制组优生主要采用策略三、策略一、策略四,实验组优生采用策略四的比率显著高于控制组优生($z = 5.30, p < 0.01$),而采用策略一的比例显著低于控制组优生($z = 4.98, p < 0.01$)。实验组差生采用的主要策略为策略一、策略三、策略四,控制组差生采用的主要策略为策略一、策略三,实验组差生采用策略四的比率显著高于控制组差生($z = 5.62, p < 0.01$),而采用策略一的比率显著低于控制组差生($z = 4.06, p < 0.01$)。策略三的使用率方面,优生和差生之间没有显著差异。策略四是最高效的策略,策略三是其次高效策略,策略一是最低效的策略,可见,解题反思能够促进优生和差生更多采用高效策略,更少采用低效策略。

第二次测试时,实验组和控制组的解题策略发生了变化,表现出与第一次测试时不一样的分布特点。图中显示,实验组优生采用的策略类型明显向策略四集中,策略四的比率占绝大部分,显著多于策略三的比率($z = 9.60, p < 0.01$)。控制组优生采用的主要策略为策略四、策略三,策略四的比率没有显著多于策略三,即策略四的优势不够明显。实验组优生策略四的使用率显著多于控制组优生($z = 4.64, p < 0.01$),而策略一和策略三的使用率显著少于控制组优生(差异显著性值分别为 $z = 3.54, p < 0.01$ 和 $z = 3.51, p < 0.01$)。实验组差生采用的主要策略为策略三、策略四,控制组差生采用的策略类型较为分散,策略一的使用率最多,策略四的使用率相对较少,实验组差生策略四和策略三的使用率显著多于控制组差生,而策略一的使用率又显著少于控制组差生。可见,在后续解题过程中,先前进行的反

思行为仍然对解题策略的使用有积极的影响,进一步促进学生使用高效策略、放弃低效策略。尤其对于优生来说,反思在后续解题中进一步促使他们用最高效策略代替低效策略,表现出最高效策略使用率占绝对优势的特点。

4 讨论

4.1 解题反思对学生解题正确率和答题时间的影响

第一次测试时,实验组优差生的解题正确率没有显著差异,而控制组差生解题正确率显著低于优生,而且实验组差生的解题正确率显著高于控制组差生,说明解题反思行为能够提高差生解题的正确率。但是解题反思行为对优生解题正确率和解题时间都没有显著的影响。在研究中,提供学生解题反思的机会,提醒他们寻求多种解题策略,并对解题策略有效性进行评估,这实际上就是要求个体进行解题元认知监控的过程。当学生进行解题反思时,能够提高他们对问题的预见性和分析能力,使他们的自我监控机制运作起来^[8]。学生有更多机会分析题目特征和解题方法,监控自己的解题行为朝向正确的目标,因此解题反思行为提高了差生解题的正确率。但对于优生来说,解题正确率没有因为解题反思而明显提高,这可能是因为研究中采用的连加数填空问题在不考虑解题策略的情况下,对于初中生来说一般只需要认真计算都能够完成。解决这类题对于优生几乎不存在难度,因此优生的解题正确率不受反思行为的影响;对于差生来说,这类问题是有一定难度的,当面临有一定难度的问题时,反思的对正确率的影响就明显了^[10]。第二次测试时,控制组差生与优生的解题正确率没有显著差异,这可能是因为两次测试的练习效应使差生解题正确率提高,而对于优生来说,由于测试题没有太大难度,练习效应使优生答题时粗心,正确率下降,由此造成控制组优生与差生之间解题正确率差异缩小。

解题反思行为延长了学生的解题时间,尤其是显著延长差生的解题时间。学生在解题后立即反思,解题和反思过程密不可分,但解题反思作为一种监控性行为实际上也需要独立地耗费一定的认知资源。同样的试题对于优生来说,需要耗费的时间短、认知资源少,对于差生来说需要耗费的时间长、认知资源多。因此,在认知资源有限的情况下,解题反思的环节使差生耗费的认知资源和时间明显增加,他们解题时间明显延长,并且长于无反思组的差生,而优生解题时间受反思的影响不明显。在后续解题过程

中,由于没有反思环节引起的认知资源消耗,所以实验组差生的解题时间与控制组差生的没有显著差异。

4.2 解题反思对学生采用解题策略的影响

在第一次测试时,实验组没有学生使用错误策略,而控制组学生有4人次采用错误策略,这表明解题反思有助于个体采用正确策略,抛弃错误策略。因为本研究中的解题反思行为,实际是对问题的更深层次加工,学生有机会对解题方法的正确与否进行判断,从而提高解题成绩,这一研究结果与Carol的一致^[8]。与控制组学生相比,实验组优差生均更多使用高效策略;在提供同样解题反思机会的实验组,优生比差生又更多使用最高效策略(策略四),放弃低效策略。可见反思能够促进高效策略的使用,但是受学生原有学业成绩的影响。在后续解题过程中,实验组优生采用最高效的策略占73.89%,实验组差生继续放弃低效策略,但使用最高效策略的人次数仅占34.67%。可见先前的解题反思行为对后续解题策略仍然有积极作用,但是这种积极作用也还受学生原有解题水平的影响,优生比差生更快获得最高效策略。

优生和差生在解题过程中,他们原有的自我监控水平是不一样的^[14],同样的反思机会可能激发出不同的监控操作,因此反思对优差生获得高效策略的影响是不一样的。研究中策略评估的反思环节对差生来说是促进所用策略与正确答案间的联结逐渐紧密,对优生来说是促进所用策略与正确答案间的联结趋于自动化,由此节省下来的认知资源用于发现高效的策略^[15]。后续解题中,由于试题类型没有变化,差生所用策略与正确答案间的联结由紧密趋于自动化,节省下来的认知资源使他们有能力去进一步区分高效和低效策略,而优生则有能力再进一步区分一般高效和最高效策略。

4.3 教育启示

解题反思可以作为教学中提高学生学业成绩的一种方式,但是反思对学习的监控促进作用在不同学生中是不一样的。优生应注重解题策略的反思,差生应先从解题结果的正确性方面进行解题后反思,逐步过渡为对解题策略的反思。在进行解题反思训练时一定要结合学生的不同水平提出不同的训练目标。反思对于个体完成难度较大的任务时显得更为重要,这一点对于差生的教育很有启示作用,因为实际的学习过程中,差生体验到的任务难度总是多于优生,但他们自我反思的水平又低于优生,因此

就需要教师更多关注差生的反思能力训练,从引导他们进行解题反思到他们自己学会解题反思,以便顺利完成学业任务。

5 结论

- 5.1 解题反思能够提高差生解题正确率,但也会延长差生的解题时间。
- 5.2 解题反思能够促进优生和差生使用高效策略,放弃低效策略。
- 5.3 解题反思对高效策略获得的促进作用也体现在后续解题中,并且反思对优生的促进作用比对差生的促进作用明显。

参考文献

1 Desoete Annemie ,Roeyers Herbert ,Buisse Ann. Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. Journal of Learning Disabilities 2001 34(5): 435 - 449.

2 Schoenfeld A H. Teaching mathematical thinking and problem solving. In : Resnick L B , Klopfer L E ,Eds. Toward the thinking curriculum : current cognitive research. Alexandria , VA : Association for Supervision and Curriculum Development ,1989. 83 - 103.

3 Brian A Bottge. Reconceptualizing mathematics problem solving for low - achieving students. Remedial and Special Education , 2001 22(2): 102 - 112.

4 Teong S K. The effect of metacognitive training on mathematical word - problem solving. Journal of Computer Assisted Learning , 2003 ,19 :46 - 55.

5 Franziska Perels ,Tina Gurtler ,Bernhard Schmitz. Training of self

- regulatory and problem - solving competence. Learning and Instruction 2005 ,15 :123 - 139.

6 董奇 ,周勇 ,陈红兵.自我监控与智力.第 1 版.杭州 浙江人民出版社 ,1996.

7 沃建中.小学数学教学心理学.第 1 版.北京 北京教育出版社 2001.

8 Carol Copple. Fostering young children 's representation ,planning , and reflection : a focus in three current early childhood models. Applied Developmental Psychology ,2003 ,24 :763 - 771.

9 John Dewey. How we think—a restatement of the relation of reflective thinking to the educative process. NY : D. C. heath and company ,1933.

10 Gerard van den Boom , Fred Pass roen J G ,van Merrienboer , et al. . Reflection prompts and tutor feedback in a web - based learning environment : effects on students ' self - regulated learning competence. Computers in Human Behavior ,2004 , 20 :551 - 567.

11 Epstein A S. How planning and reflection develop young children 's thinking skills. Young Children 2003 8(5) 28 - 36.

12 陈力.数学教学要注重引导学生“反思”.教学与管理 , 2002 26 :41 - 43.

13 陈仁胜.运用解题反思,优化数学思维能力.数学通报 , 2002 9 :25 - 28.

14 李峰.5 - 10 岁儿童加法策略发展及个体差异研究.硕士论文.北京 北京师范大学 2002.

15 Shrager J Siegler R S. SCADS : a model of children 's strategy choices and strategy discoveries. Psychological Science ,1998 , 9(5) 405 - 410.

How Reflection Influence the Mathematic - problem Solving of High - mathematic - level - students and Low - mathematic - level - students

Zhang Jing ,Ling Chongde ,Wo Jianzhong

(1. Institute of Developmental Psychology ,Beijing Normal University ,Beijing 100875 ;
2. Education College Jiangxi Normal University ,Nanchang 330022)

Abstract This article explored that reflection induced the different influence on the high - mathematic - level - students and low - mathematic - level - students during the mathematic - problems solving process. The high - level - students and low - level - students coming from 7 - 9 grades took part in the one - to - one mathematic test which composed by a series of connect - addition - mathematic problems. After a week all the participants took part the same test again. We compared the problem - solving processes in the experimental group(12 high - level - students , 10 low - level - students) and the control group(14 high - level - students , 14 low - level - students) and the results indicated : (1) the reflection following with the low - level - students ' problem - solving was benefit to their preciseness , and prolonged their reaction time ; (2) in the afterward problem - solving process , the influence on the whole experimental group were much less significant ; (3) reflection helped the experimental group to grasp the high - efficient - strategy and abandon the low - efficient - strategy ; (4) reflection helped the students to grasp the high - efficient - strategy continuously , and much improvement was found in high - level - students than in low - level - students.

Key words reflection , performance in mathematic - problem , mathematic - strategy , high - level - students ; low - level - students