

通过在数学作业中增加元认知问题提升学习效果

杨星球, 郭 微

北华大学数学与统计学院, 吉林 吉林

收稿日期: 2023年5月3日; 录用日期: 2023年6月1日; 发布日期: 2023年6月7日

摘 要

元认知是对自身认知活动的认知, 对提升学生学习效果, 增强学生自我监督, 自我教育能力有重要意义。元认知问题是引导学生进行元认知的问题。本文探讨了通过在数学作业中添加元认知问题, 从而增强学生元认知能力, 提升学生学习效果的途径。

关键词

元认知, 数学作业, 元认知问题

Improving Learning Effectiveness by Adding Metacognitive Questions in Mathematics Homework

Xingqiu Yang, Wei Guo

School of Mathematics and Statistics, Beihua University, Jilin Jilin

Received: May 3rd, 2023; accepted: Jun. 1st, 2023; published: Jun. 7th, 2023

Abstract

Metacognition refers to the cognition of one's own cognitive activities and plays a significant role in improving students' learning effectiveness, enhancing their self-monitoring, and self-education abilities. Metacognitive questions are those that guide students through metacognitive processes. This article explores ways to strengthen students' metacognitive abilities and improve their learning effectiveness by adding metacognitive questions in mathematics homework.

Keywords

Metacognition, Math Homework, Metacognitive Questions

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

数学作业是数学教育的重要组成部分,是课堂教学的有益补充。通过完成数学作业,学生可以更好地理解数学概念和原理,掌握数学的技能和技巧,体会数学的思想和方法。完成数学作业的过程不仅是学生获取和运用知识的认知过程,同时也是学生对自己学习过程和策略进行监控、评估、控制、和调整的元认知过程。因此不但应该从认知的角度,同样应该从元认知的角度研究数学作业。本文从元认知的理论,设计元认知问题的策略,在作业中加入元认知问题的策略几个方面探讨了一种改善数学作业设计,从而提高学生数学学习效率的新途径。

2. 元认知的理论

元认知是最早由美国心理学家弗拉维尔提出的一个心理发展的概念,指的是“个体对自身认知活动的认知和调节”[1],包括个体对自身认知活动和学习策略的评估、监控和调节。简单地理解元认知就是关于认知的认知。元认知能力在个体学习和解决问题的过程中起着重要的作用,它使个体能够有效地引导自己的认知资源并根据需要调整自己的认知策略。元认知理论让我们在更深的层面理解人类学习的过程,把握学生进行有效学习的实质,对实践教学有重要的意义。随着教学研究的逐步深入,元认知理论成为指导教学的重要理论之一。

2.1. 元认知与认知

元认知不同于认知,在心理学中的这是两个不同概念。虽然认知和元认知都与个体的智力和认知能力有关,但它们涉及的内容不同。认知是指个体处理信息的过程,包括感觉、知觉、记忆、思维、想象等。而元认知则是指个体对自己的认知过程认知,即对认知活动的监控、评价和控制,元认知的对象是个体的认知活动本身。同时认知和元认知有着密切的关系,元认知是建立在认知之上的更高层次的认知,二者相互依存和相互促进,元认知可以指导和调控认知,认知结果也可以影响元认知。合理运用认知和元认知能力可以更加有效地获取、理解和使用信息,提高学习效率。

在完成数学作业的过程中,个体需要利用自己的认知能力来理解问题,并采用相应的数学知识和技能来解决问题。例如,对于一个代数方程求解的问题,个体需要利用其代数运算的认知能力来理解方程,并运用代数技巧来求解未知数的值。这个过程同样需要用到元认知的能力,例如监控自己的计算过程并检查答案是否合理。

2.2. 元认知结构

元认知的结构指的是元认知的组成部分和它们之间的相互关系。元认知包括元认知知识,元认知体验和元认知监控。

元认知知识是指个体在对自身认知活动的知识。包括个体对自身认知能力、人类认知规律、自我和他

人的认知能力之间的相似和差异等方面的认知。还包括个体对认知任务的认知,即个体对认知活动的要求和任务的认知。最后,元认知知识还包括个体对认知策略的知识,即在进行认知活动时,个体对所采取的有效认知方式和方法的认知。

元认知体验是指个体对自身认知过程的监控、评估、调整和控制的主观体验。具体来说,当个体在进行学习、思考、解决问题等认知活动时,会有一种对自己认知过程的感知和反应,这种主观体验和反应就是元认知体验。例如,当一个学生在完成数学作业时,如果发现自己的注意力开始分散时,就会有一种自我感知,认知到自己的注意力需要调整。这种感知是元认知体验。元认知体验不仅仅是对自身认知过程的感知,还包括对认知过程中的情感、动机和态度等方面的感知。例如,当一个学生在学习某个知识点时,如果遇到了困难或挫折,就会有一种负面情感的体验,认知到自己的学习需要更多的努力和支持。

元认知监控是指个体对自己的认知过程进行感知和观察,以获得有关认知活动的信息和反馈,从而发现潜在的问题和困难,并及时采取措施进行调整和改进的过程。例如,发现自己的注意力不够集中时,可以采取专注训练等策略提高注意力水平;发现自己的思考过程不够有条理时,可以采取归纳总结等策略提高思维的条理性。

在认知活动中,元认知知识、元认知体验和元认知监控相互联系、互相影响。元认知知识是元认知体验和元认知监控的基础,个体只有具备了一定的元认知知识,才能有丰富的元认知体验,才能顺利地进行元认知监控;元认知体验能引导个体进行有效的元认知监控,持续而稳定的元认知体验也能够完善元认知知识;同样元认知监控可以帮助个体提高元认知知识和体验。三者形成了一个互动的统一体,共同实现对认知活动的监控、反馈和调节作用。

2.3. 元认知策略

元认知策略学习策略的一种,指在认知活动中采取的一系列有意识的行为和思维过程,用于监控、调节和改善自己的认知过程和结果的策略。它是一种高级的认知技能,可以帮助个体更有效地处理信息、解决问题和学习知识。元认知策略的分类不同学者有不同的看法,比如分为计划策略、监视策略、调节策略[2],或者分为计划策略、监视策略和评估策略[3][4],综合来看元认知策略可以分为:计划策略、监视策略、调节策略和评估策略。

计划策略是指个体在进行学习活动之前,制定一定的计划,以确定学习活动的目标,规则和步骤,并选择合适的认知策略,预计计划的结果。这可以使得个体对学习活动的內容更加明确,准备更加充分并专注于本次学习任务,从而帮助自己更有效地进行认知活动。例如在做数学作业前,先制定完成本次作业的计划,包括本次数学作业的目标,完成数学作业的大概时间等,以便更好地完成本次作业。

监视策略是指在认知活动进行的过程中,根据认知活动的目标,通过监控自己的认知过程和结果,以便发现自己的错误或不足,正确评估认知活动效果的学习策略。监视策略使得个体对认知活动的过程有着清晰的感知,以便及时做出调整。例如,在完成数学作业时,可以对自身的注意加以追踪,看自己有没有走神;对自身的情绪加以关注,完成作业的速度加以关注,及时调整。

调节策略是指在认知活动过程中,通过调节自己的认知状态和情绪,调节认知策略,以提高认知效率和质量的策略。在认知活动中,我们的认知状态、情绪以及认知策略会影响我们的认知效率和质量。通过调节自己的认知状态、情绪以及认知策略,我们可以提高认知效率和质量。

评估策略是指在完成认知活动后,对认知活动进行自我评估,自我反思。评估认知活动的有效性,并为未来的认知活动做出改进。

总之,元认知策略是一种非常重要的认知技能,可以帮助我们更好地处理信息、解决问题和学习知识。通过采取计划策略、监视策略、调节策略和评估策略,我们可以提高自己的认知效率和质量,更好地应对

各种认知任务。

3. 设计元认知问题的策略

元认知问题是指与个体元认知活动相关的问题, 即能够引导个体进行元认知活动的问题, 包括对自身认知过程的理解、监测、调节和反思等方面的问题。元认知问题的提出, 主要是为了帮助学生更好地进行元认知活动, 提高学生的学习效果, 提高学生的自我监督和自我学习的能力。

3.1. 设计元认知问题的原则

指向自身原则。元认知是对自身认知的认知, “元认知活动的对象实际是认知主体自身” [5], 因此设计元认知问题时, 问题的对象应该指向学生自身以及学生自身的认知活动, 而不是指向具体的知识。例如还记得今天学过的平面与平面垂直判定定理吗? 就不是一个元认知问题。

量力原则。设计元认知问题时, 应关注学生的认知水平, 学生的元认知能力的发展并不是直线上升的, 有可能还会倒退[6]。因此, 必须认真研究学生的认知能力以及元认知能力水平, 并根据他们的实际情况制定相应的问题, 才能提高元认知问题的有效性。

自然原则。元认知问题应该是自然的, 符合普通常识。不是强加于人, 而是引导学生去做合乎情理的事情。这样才能使得元认知问题逐渐内化, 从而让学生能自己对自己也很自然地提出类似的问题。波利亚的“怎样解题表”就是这方面的典范[5]。

3.2. 根据元认知策略设计元认知问题

在设计元认知问题时可以从元认知策略的角度来思考。思考什么样的问题能够引导学生应用元认知策略, 提升学生使用元认知策略的能力。

可以通过以下角度来设置问题, 从而提高学生的学习的元认知水平, 提高学习效果, 学会学习, 提升终身学习的能力。

计划策略。对于学生来说, 清晰的学习目标和计划是实现良好学习成果的基础。学生需要明确自己的学习目标和计划, 并且能够监控和评估自己的学习进程, 及时调整学习策略。在每次数学作业前可以设置这些问题: 你有学习计划吗? 你打算什么时候完成作业?

监督策略, 学生需要对完成数学作业的过程进行监控, 察觉自己的心态是否正常, 注意力是否集中。可以在数学作业的后面设置这些问题: 完成作业的什么有分心吗? 为什么? 有没有烦躁等情绪? 为什么?

调节策略。遇到问题时, 学生需要及时调整。可以从这方面设计元认知问题。例如, 学生应该学会遭遇学习挫折时应该怎样正确应对, 可以问: 遇到问题了该怎么办? 你会向别人寻求帮助吗? 向谁? 学生也可以遇到心态情绪方面的问题, 可以问心情烦闷的时候怎么办?

评估策略。学生需要具备自我评估的能力, 及时发现和纠正学习中的错误和不足。因此在完成一周的教学时可以在作业中设置这些问题: 上周你的数学课学习了哪个主题? 这个主题的副标题是什么? 哪些部分很容易, 哪些部分很难? 在完成一个单元的教学时可以设置这些问题: 这个单元的教学你学会了那些内容? 那些已经掌握了? 那些还没有?

总之, 在作业中设置学习相关的元认知问题, 可以提高自我监控和调整的能力, 从而更好地处理学习任务, 提高学习效率和成果。同时问题的设置要适量, 根据学生的实际情况, 如果学生已经形成了好的学习习惯, 可以相应减少问题。

3.3. 怎样解题表

乔治·波利亚是出生于匈牙利的一位数学家, 同时他对数学教育领域也做出了重大贡献。虽然当时

并没有提出元认知理论, 但他在《怎样解题》一书中提出的“怎样解题表”[7], 依然是最经典的解题相关的元认知问题。波利亚将解题分为四个阶段:

(1) 理解题目: 正确理解题目是解题的前提, 但学生往往无法正确理解题目, 因此需要元认知提示来帮助学生反思自己的思考过程, 检查自己是否真正理解题目。

(2) 拟定计划阶段: 寻找合适的解题思路是解题的关键, 但如何找到往往是困难的, 在这个阶段需要一系列启发式的问题, 帮助自己预见解题的基本策略, 猜想问题可能采取的方案。

(3) 执行计划阶段问: 在此阶段, 需要将上一阶段找到的解题思路细化, 填充细节, 形成完整的解答。“这个步骤正确吗?” “你能证明它是正确的?” 本质上都是提示学生对自己思维过程进行监控, 保证解答的严谨性。

(4) 回顾阶段: 波利亚认为, 没有一道题是彻底完成了的, 这时就需要对整个解题过程进行反思, 进行自我评价, 培养题感, 丰富元认知体验。

怎么解题表是提示性的, 这些问题不是问别人, 而是问自己, 实际是解题者的自我反思[4]。波利亚的提示语具有常识性、普遍性, 使得这些问题对学生的帮助并非是强加于人的, 学生自己也可以很自然地提出类似的问题。在各种不同的问题情境下, 如果学生以各种不同的方式反复用同一个提示语问自己, 就很容易引起同样的思维活动, 从而利于形成一种思维习惯。

4. 在作业中加入元认知问题的策略

首先在数学作业中加入元认知问题应该注意元认知问题的数量。加入元认知问题是为了提高学生的学习效率, 但数学作业的主体应该依然是数学问题, 元认知问题不应该喧宾夺主。原则上用在处理元认知问题的时间不应该超过完成数学作业时间的 10%。

其次元认知问题的位置可以是在数学作业前, 数学作业后, 也可以与数学问题相结合。在数学作业前可以添加对一段时间(一天, 一周, 一个教学单元)数学学习的自我反思, 自我评估相关的元认知问题, 以及对于完成本次数学作业计划的元认知问题。在数学作业后可以添加对本次作业反思相关的元认知问题, 以及对之后数学学习计划相关的元认知问题。

设计数学作业题目时, 可以将波利亚的解题思想以及元认知策略的相关问题融入到问题和问题的提示之中。例如二次函数的一道课后题目:

已知矩形的周长为 36 cm, 矩形绕它的一条边旋转形成一个圆柱, 矩形的长、宽各为多少时, 旋转形成的圆柱的侧面积最大?

解析: 设矩形的长为 a , 宽为 b , 因为矩形的周长为 36, 所以 $2(a + b) = 36$, 即 $b = 18 - a$, 又因为形旋转形成的圆柱的侧面积为 $2\pi ab$, 所以要求侧面积最大, 即求 ab 最大, $ab = a(18 - a) = 18a - a^2 = -(a - 9)^2 + 81$, 所有当 $a = 9$ 时侧面积最大。

这道题目解答的关键是将矩形的长或宽设为未知量, 从而得到矩形旋转形成的圆柱的侧面积为关于长或者宽的二次函数, 再根据二次函数的性质求最值。因此我们就可以设置几个提示性的问题(1) 这个问题可以怎么转换为我们较为熟悉的形式? 那些是未知量, 那些是已知量? (2) 你有检查过解答过程吗? (3) 这道题目是求最值问题, 我们学过那些求最值的方法? 你有总结过这些方法吗?

最后在数学作业中加入元认知问题应该灵活, 根据学生的实际情况增加, 修改, 减少元认知问题。例如学生学习效果很好, 对元认知问题的回答也体现了其元认知问题已经达到一定的水平, 就应该减少相应的问题; 反之, 应该增加问题。同时元认知问题可以经常变化不同的形式, 以免学生模板化的回答, 不能达到增强元认知能力的效果。

5. 结语

元认知是对自身认知活动的认知, 元认知能力的提高能有效提高学生学习的效率, 提升学生自我教育的能力与意识。因此在数学教学的过程中, 教师不但需要关注学生认知能力的发展, 还应该关注学生元认知能力的提高。通过在数学作业中添加元认知问题, 是一种有效提高学生学习效果的方法。本文在总结元认知理论及已有研究的基础上, 提出了设计元认知问题的原则与方法, 以及在数学作业中添加元认知问题的策略。

参考文献

- [1] 王兰锋. 元认知研究综述[J]. 安阳师范学院学报, 2003(4): 15-17.
- [2] 李长健. 在实践中发展学生的元认知策略[J]. 教育实践与研究, 2021(5): 43-46.
- [3] Idris, N., et al. (2022) An Investigation of the Use of Cognitive and Metacognitive Strategies in Foreign Language Learning. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 12, 70-89. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v12-i2/12152>
- [4] Ku, K.Y.L. and Ho, I.T. (2010) Metacognitive Strategies that Enhance Critical Thinking. *Metacognition and Learning*, 5, 251-267. <https://doi.org/10.1007/s11409-010-9060-6>
- [5] 涂荣豹. 数学解题学习中的元认知[J]. 数学教育学报, 2002(4): 6-11.
- [6] 何婷, 吴艳秋, 马艳. 初中生数学元认知能力及其培养[J]. 三峡高教研究, 2022(4): 72-76.
- [7] G·波利亚, 波利亚, 涂泓, 等. 怎样解题: 数学思维的新方法[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2011.