

建构主义理论下数学问题提出教学实施策略研究

彭榕斐, 晏莉娟

黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2023年6月16日; 录用日期: 2023年8月1日; 发布日期: 2023年8月10日

摘要

建构主义由认知主义进一步发展而来, 是一种关于知识和学习的理论, 强调学习者的主动性。问题提出是继问题解决之后又一个新的研究话题, 问题提出能力的培养有助于学生全面发展。文章利用CiteSpace软件分析了近十年问题提出教学的研究现状, 发现目前问题提出教学的研究学段主要是小学, 研究科目主要是数学, 一线教师发文量较少。通过对文献的梳理, 发现了目前问题提出教学的实施困境有三个: 1) 教师对问题提出教学缺乏研究; 2) 中小学数学教材中问题提出活动占比较低; 3) 学生问题提出能力的评价较主观。结合建构主义理论, 注重学生对知识的自我建构, 提出了三点问题提出教学实施策略: 1) 重视教师问题提出教学能力的培养; 2) 基于数学知识起源创设问题情境; 3) 基于SOLO分类理论建立评价体系。望为教师进行问题提出教学提供参考, 让问题提出教学真正落在课堂上。

关键词

建构主义, 数学问题提出教学, SOLO分类理论, 实施策略

The Study of Implementation Strategy of Mathematical Problem-Posing Instruction under Constructivism Theory

Rongfei Peng, Lijuan Yan

School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: Jun. 16th, 2023; accepted: Aug. 1st, 2023; published: Aug. 10th, 2023

Abstract

Constructivism, further developed from cognitivism, is a theory about knowledge and learning, emphasizing the initiative of learners. The problem-posing is a new research topic after the problem solving. The cultivation of the problem-posing ability is helpful to the students' all-round de-

velopment. This paper uses CiteSpace software to analyze the research status of problem-posing instruction in the past decade, and finds that the research section of problem-posing instruction is mainly primary schools, and the research subjects are mainly mathematics, and the number of first-line teachers' papers is relatively small. Through the sorting of literature, it is found that there are three difficulties in the implementation of problem-posing instruction: 1) Teachers' lack of research on the problem-posing instruction; 2) The proportion of problem-posing activities in primary and secondary school mathematics teaching materials is less; 3) The evaluation of students' ability for problem-posing is more subjective. Combined with constructivism theory, paying attention to students' self-construction of knowledge, three implementation strategies are put forward for problem-posing instruction: 1) Paying attention to the cultivation of teachers' ability for problem-posing instruction; 2) Creating problem situation based on the origin of mathematical knowledge; 3) Establishing evaluation system based on SOLO classification theory. It's hoped to provide reference for teachers' problem-posing instruction, so that the problem-posing instruction is really implemented in the classroom.

Keywords

Constructivism, Mathematical Problem-Posing Instruction, SOLO Classification Theory, Implementation Strategy

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

学生问题提出能力的培养是目前世界各国都十分重视的话题,早在 2003 年《普通高中数学课程标准(实验)》[1]中首次将问题提出与问题解决分离开,正式列入课程标准。在 2017 年《普通高中数学课程标准》[2]中提出要培养学生发现问题和提出问题能力以及分析问题和解决问题的能力。由于我国长期以来都是实行以教师为主导的教学形式,许多学生的创造性思维得不到充分的发展,因此导致我们国家在许多高科技领域落后于其它发达国家,而创造性思维与问题提出能力呈现出显著正相关的关系[3],许多研究者把创造性思维作为问题提出评价的核心,所以培养学生的问题提出能力有助于培养学生的创造性思维。学生创造性思维的培养需要给学生提供更多的学习机会,于是宋乃庆[4]基于学习机会视角分析了问题提出教学的意蕴与实施路径,说明了问题提出教学体现了教育公平,能给学生提供更多的学习机会。还有研究者研究问题提出教学对学生数学成绩和数学情感影响[5],发现问题提出教学对提高学生数学成绩和数学情感均有显著作用,尤其是对学业表现较差学生的影响更加显著。

虽然目前大多数国家都将问题提出能力的培养列入其课程标准中,将问题提出能力培养放在十分重要的位置,但目前仍然缺乏相关的理论来指导教师进行问题提出教学,因此学生的问题提出能力的培养受阻。建构主义理论的基本观点包含四个方面,分别是知识观、学生观、学习观、师生角色定位,是一种以学生为中心的,重视情境创设的学习理论,与问题提出教学的观点相吻合。本文利用 CiteSpace 软件生成聚类图谱,分析最近十年关于问题提出教学的研究现状,通过文献研究法梳理了目前问题提出教学实施的困境,然后基于建构主义理论,从知识观、学生观、学习观、师生角色定位四个方面提出问题提出教学实施策略,为教师进行问题提出教学提供参考,让问题提出教学真正地落实到课堂上。

2. 问题提出教学研究现状

以“问题提出教学”为主题,以 2013 年 4 月 15 日至 2023 年 4 月 15 日为检索日期,对发表在中国

知网的中文文献进行检索,剔除与主题不相关的文献,获得 432 篇文献,利用 CiteSpace 软件生成聚类图谱,分析问题提出教学的研究现状。

2.1. 关键词图谱分析

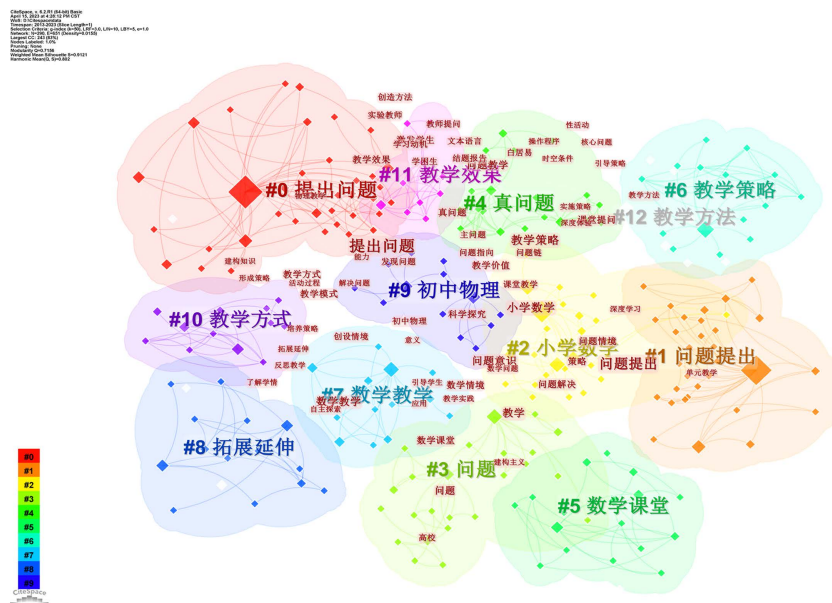


Figure 1. Keyword cluster map

图 1. 关键词聚类图谱

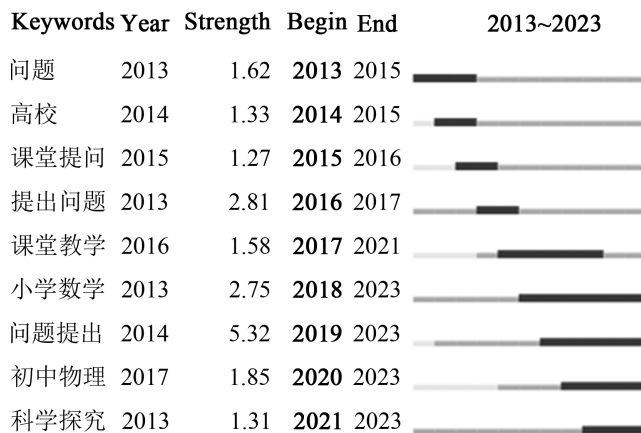


Figure 2. Keyword emergent map

图 2. 关键词突现图谱

关键词是一篇文章的核心,根据关键词可大概了解文章的研究内容,因此可通过关键词来分析目前问题提出教学的研究现状。

第一,关键词聚类图分析。对关键词聚类图(图 1)进行分析,探究研究内容间的内在关系,共分为 13 个研究主题,发现提出问题、小学教学、数学课堂、数学教学等是学者关注的焦点,关键词间由于相互关系而交织在一起,体现了问题提出教学的关注方向。问题提出教学是基于问题情境,激发学生思考,从而提升学生的问题提出能力的教学模式。学生问题提出过程是学生利用原有的知识结构与问题情境中的信息进行加工,最后用语言表达出来的过程,这可体现出学生的知识水平以及语言表达能力和逻辑推

理能力。同时，在图 1 中可发现有部分学者关注教学策略与教学效果的研究，由此可得出目前问题提出教学的研究贯穿了课前、课中、课后三个环节。

第二，关键词突现图分析。突现词是指在较短时间内出现频率较高或者突然大量出现的词突现词，分析时选择突现频率较高的前 9 位，绘制关键词突现词图(图 2)，可以分析随着时间的变化，学者关注焦点的演变。问题提出教学的研究一开始是对问题本身进行研究，依据问题情境提出问题，从一开始以教师为主的课堂提问到后来以学生为主的提出问题，这体现了问题提出教学的研究逐渐从教师向学生转变，注重学生的主体地位。从研究的学段分析，问题提出教学的研究重心逐渐从小学转到中学，但目前主要研究学段还是以小学为主。从研究的学科分析，问题提出教学从以数学学科为主，逐渐扩散到其它学科，研究领域越来越宽泛。

2.2. 作者发文量分析

通过研究某一领域的文献作者的发文量，可分析目前该领域的主要研究团队。根据作者发文量(图 3)分析发现，研究者主要以美国特拉华大学的蔡金法团队为核心，主要研究构建问题提出的理论内涵以及相关的一系列实证研究。在现有的研究中，问题提出教学的研究者主要以高校教师为主，一线教师比较少，将理论研究落实到课堂教学中的探索较少。因此，为培养学生问题提出能力，教师必须加强相关方面的研究，提升自身的研究能力，让问题提出教学真正落实到课堂上。

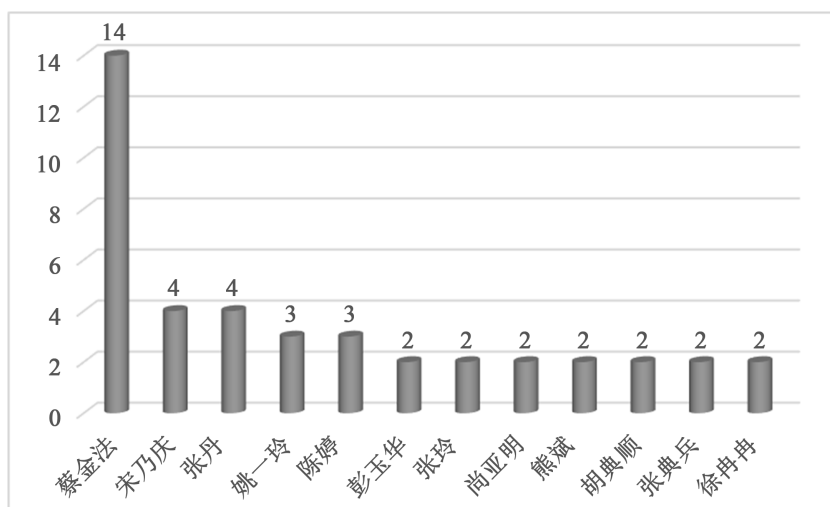


Figure 3. The author's post volume analysis
图 3. 作者发文量分析

3. 问题提出教学实施困境

教学是由教师教学和学生组成的双边互动的教育活动，而教师、教材、学生是课堂教学的三大基本要素，于是从这三大要素出发，采用文献研究法梳理问题提出教学实施困境，发现问题提出教学存在三大困境：1) 教师对问题提出教学缺乏研究；2) 问题提出活动在数学教材中占比较少；3) 学生问题提出能力评价方式主观性较强。

3.1. 教师对问题提出教学缺乏研究

教师作为课堂的指挥者，其对问题提出的认识影响着问题提出教学的实施，尽管目前课程标准把培养学生发现和提出问题能力放在重要的位置，但目前仍然缺乏相关的理论来指导教师进行教学，加上一

线教师平时工作繁忙, 难以花大量时间来研究问题提出教学, 导致问题提出教学难以在课堂上实施, 久而久之, 教师对学生问题提出能力的培养也抛之脑后。进行问题提出教学的首要任务是创设情境, 教师所创设的情境应该是能激发学生思考, 使学生产生疑问, 但目前教师更多地是停留在操作层面, 对情境的设计原理缺乏理解[6]。因此蔡金法团队设计了“问题提出”工作坊来帮助教师能更好的将问题提出融入课堂, 为了了解教师对问题提出的认识, 蔡金法研究团队对“问题提出”教学工作坊里的 83 位教师学员进行研究[7], 发现大多数教师能够提出适当的数学问题, 但所提出的问题的质量需要提高。

3.2. 问题提出活动在数学教材中占比较少

教材是教师进行教学的依据, 也是学生学习的主要材料。虽然目前国内外许多国家都十分重视培养学生的问题提出能力, 但目前现行的数学教科书中, 问题提出活动的占比甚少。为了研究国内外数学教材中问题提出活动的分布情况, 有学者对中美小学教材进行了比较[8], 发现每一套教科书中问题提出活动所占的比例都很低。也有学者对中日初中教材进行了比较[9], 发现年级越高, 教材中问题提出活动占比越低。后来郭玉峰为了探究国内问题提出融入中小学教科书的现状[10], 对使用人数较多的人教版和北师大版共 45 本教材进行了分析, 同样发现了问题提出的数量较少且随学段上升而递减, 还发现了问题提出的情境整体开放程度低, 内容主题分布不均衡, 活动设计在学段间的衔接不均衡等问题。

3.3. 学生问题提出能力评价方式主观性较强

学生问题提出能力的测评是目前学者研究的热门话题, 有学者认为当前学生问题提出能力的培养受阻主要是由于考核评价机制的问题[11], 对学生问题提出能力的正确评价有助于问题提出教学的实施。目前研究者主要基于学生所提出的问题, 按照学生所提问题的数量、质量、新颖性这三个维度进行评价, 缺乏可直接量化的测评模型。后来洪清玉等人从“问题的本质特征、数字特征和语言特征”3 个维度出发构建数学问题提出的测评模型, 通过对专家与高级教师的访谈交流, 得出相关的测评指标与权重, 提出了一个测评工具[12]。相比于以往的测评模型, 洪清玉等人构建的模型对测评主体的选择更加全面以及科学, 减少了主观因素的干扰, 让评价更加的客观准确, 能真实反映学生的能力水平, 由于该测评工具创建时间较短, 准确性有待商讨。虽然目前已有学者在关注测评工具的开发, 但对于测评模型的研究还不够深入, 对学生问题提出能力的评价没有统一的测评标准, 主观性较强。

4. 问题提出教学实施策略

建构主义认为, 学习是学习者个体利用先前的知识积极构建知识的行为, 问题提出的过程是学生根据已有的知识与经验, 对给出的信息进行选择与加工, 最后用数学语言表达出来的过程。两者都注重学习者自身的知识与经验, 于是针对上述三个问题提出教学的实施困境, 基于建构主义理论, 从知识观、学生观、学习观、师生角色定位四个方面, 提出了三条问题提出教学实施策略: 1) 重视教师问题提出教学能力的培养; 2) 基于数学知识起源创设问题情境; 3) 基于 SOLO 分类理论建立评价体系。

4.1. 重视教师问题提出教学能力的培养

问题提出体现了对知识的理解与建构, 对教师有更高的要求, 而教师作为学生学习的引导者以及课堂的管理者, 应积极主动地思考如何将问题提出教学更好地融入课堂当中。纵观目前我国的教师的专业发展, 主要通过日常工作的经验积累, 假期的培训提升, 学校的教研活动等, 这需要教师自身有较强的学习动机, 促进自身发展。传统的教师培训讲座, 主要是通过专家“输出”, 教师“输入”, 培养教师“知”的过程, 适合教师专业发展的开端, 我们应更多的关注如何让教师将“知”落实到“行”上, 做到知行合一。在数学学科中, 教师不仅自身要学会根据情境提出问题, 对情境提供的信息进行改编来提

出问题, 还要学会创设情境让学生提出问题, 同时要预测学生可能会提出的问题, 然后在课堂上提出问题让学生求解[13]。教师提出问题对教师自身的问题提出能力的考验, 许多教师会担心学生忽然提出自己不会的问题, 因此教师自身应该加强问题提出能力的培养, 通过对知识的深入挖掘, 对问题提出方式的思考, 锻炼发散思维, 这样才能做到临危不乱。

教师问题提出教学能力的培养需从三个步骤入手。首先, 培养教师对问题提出教学的“知”, 通过专题讲座, 课外培训, 让教师深入了解何为问题提出教学, 问题提出教学的重点是什么。其次, 培养教师对问题提出教学的“行”, 所谓“行”, 就是教学实施, 前面教师经过“知”的学习之后, 会对问题提出教学的实施有基本的认识, 然后通过教学观摩学习, 进一步强化教师对于“行”的理解, 不断完善教学实施。最后, 培养教师对学生问题提出能力的“评”, 对学生能力的评价是教师工作的一部分, 有助于教师改善教学, 促进学生发展。

4.2. 基于数学知识起源创设问题情境

数学知识源于数学史, 教师应该在教学中重现知识的生成过程, 让学生体会知识的形成过程。问题提出基于问题情境, 因此教师可以基于数学史创设问题情境, 重现历史伟人的探索之路。问题情境内含三要素, 分别是“空白”“空缺”“否定”[6]。“空白”是指创作者故意不写或不明写情境中的部分信息, 依靠学生利用自己的知识来理解和填充; “空缺”意味着所创造的情境是不连贯的, 中间有空缺, 学生需要将其结合成一个完整的背景或故事, 以便对情境有一个深刻的理解; “否定”是指情境中的信息与学生最初的认知相冲突, 从而激发他们进行反思和批评, 或者情境的方向偏离了他们所激励的学生的期望。学生提出问题的过程, 是学生原有的知识结构与问题情境所提供的信息进行加工的过程, 因此在创设问题情境时, 还要考虑学生原有的知识水平, 遵循学生的认知规律, 重视学生的知识建构过程。

其实在目前人教版数学教材中有许多数学文化知识, 以我国数学家秦九韶的著作《数书九章》为例, 在他的著作里有一个题目: 已知三角形的三边长, 求三角形的面积。教师在利用此事例创设情境时, 可以去掉条件或者去掉结果, 让学生思考提问。例如, “已知三角形的三边长, 你能提出什么问题? 需要提出什么问题能求出三角形的面积?”。这是一种最简单的改造方法, 教师同样可以将教材中的问题进行改造, 例如将问题的设问部分去除, 让学生提问, 这样就可以将教材中原有的问题改造成一个问题提出活动, 解决教材中问题提出活动占比较低的问题。在目前的考试试题当中也经常会出现类似的问题提出活动, 例如题目给出了结果, 让学生找到条件。教师可仿照以上问题情境的创设方法, 在不占用过多时间的前提下, 尝试新的教学方法, 为培养学生问题提出能力增添新的途径。

4.3. 基于 SOLO 分类理论建立评价体系

SOLO 意为观察到的学习成果结构, SOLO 分类关注学生在问题反应中表现出的认知发展水平, 将学生的学习结果划分为以下五种结构, 分别是前结构反应, 单一结构反应, 多元结构反应, 关联结构反应, 拓展抽象结构反应[14]。每一种结构层层递进, 前一种结构是后一种结构的基础, 同时结合学习者对原有知识的回忆与处理程度, 分析学习者的表现, 帮助教师制定多层次的教学目标, 同时教师可利用 SOLO 分类理论分析试题的预期难度与学生实际测试的难度之间的差别, 调整教学。

对学生问题提出能力的评价主要依据学生根据情境所提出问题的数量、质量。在评价问题的质量时, 主要根据学生所提的问题在所有学生所提的问题当中的独特性与灵活性来评价, 因此难以避免人为的主观判断, 因此可以尝试加入问题所涉及的知识点数以及知识点间的关联程度结合 SOLO 分类理论来评价问题的质量, 问题所涉及的知识点越多, 关联越紧密, 则问题的质量越高, 以此来减少主观判断。尝试依据 SOLO 分类理论和问题所涉及知识点数来建立评价体系, 如表 1 所示。表 1 中根据问题所涉及的知识点个数与知识点的关联程度, 将问题的质量划分为低、较低、中等、高、较高五个等级。

Table 1. The SOLO hierarchy division table**表 1.** SOLO 层次划分表

SOLO 层次划分	涉及知识点数	水平特征说明	问题质量描述
前结构	0 个	问题不涉及知识点, 只是简单提问	低
单一结构	1 个	问题涉及单个知识点, 只需应用单个知识点就能解决	较低
多元结构	≥ 2 个	问题涉及多个单一知识点, 需要应用两个及以上的孤立知识点就能解决	中等
关联结构	≥ 3 个	问题涉及多个相关联的知识点, 需要联系多个知识点进行推理解决问题	高
扩展抽象结构	≥ 3 个	问题涉及多个相关联的知识点, 综合所给信息, 创设出新的陌生情境, 采用类比等方法, 提出合理的假设进行推理	较高

5. 总结与反思

通过中国知网搜索了近十年与问题提出教学相关的文章, 利用软件 CiteSpace 进行关键词图谱分析, 发现目前问题提出教学的研究学段逐渐从小学开始往中学扩展, 研究学科从数学逐渐向各个学科扩散, 一线教师发文量较少。对文献进一步研究发现, 教师对问题提出教学研究较少, 国内外中小学数学教材中问题提出活动占比较低, 学生问题提出能力评价主观性较强, 缺乏可直接量化使用的测评工具。针对以上问题, 结合建构主义理论, 提出了三点实施策略, 首先, 重视教师问题提出教学能力的培养; 其次, 可基于数学知识起源创设问题情境; 最后, 可基于 SOLO 分类理论建立评价体系。

由于在文献选取时, 只分析了知网中的中文文献, 对外文文献没有涉及, 在分析文献时可能存在不足的地方, 在今后的学习实践中, 笔者会努力积累经验, 不断完善问题提出教学的实施策略, 希望有更多的一线教师加入此研究行列中, 让问题提出教学在课堂上生根发芽。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(实验) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017 年版) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2017: 8.
- [3] 董连春, 闫娜, 孙佳. 思维模式、学业成绩与问题提出能力的关系研究——以乌鲁木齐市小学生为例[J]. 民族教育研究, 2021, 32(1): 12-20.
- [4] 宋乃庆, 徐冉冉, 蔡金法. 学习机会视角下的问题提出教学意蕴与实施路径[J]. 清华大学教育研究, 2022, 43(1): 34-41.
- [5] 张丹, 姚一玲, 蔡金法. 问题提出教学对学生数学成绩和数学情感影响的实验研究[J]. 数学教育学报, 2021, 30(1): 32-36.
- [6] 李怀军, 张维忠. 问题提出融入课堂教学的困境与突破[J]. 课程·教材·教法, 2020, 40(11): 92-98.
- [7] 李欣莲, 宋乃庆, 陈婷, 等. 小学数学教师“问题提出”表现研究[J]. 数学教育学报, 2019, 28(2): 1-6.
- [8] 王嵘, 蔡金法. 问题提出: 从课程设计到课堂实践[J]. 课程·教材·教法, 2020, 40(1): 90-96.
- [9] 严卿, 胡典顺. 中国和日本初中数学教材中问题提出的比较研究[J]. 数学教育学报, 2016, 25(2): 20-25.
- [10] 郭玉峰, 闫佳洁, 周雯佳. 问题提出融入中小学数学教科书: 现状、困境及解决思路[J]. 课程·教材·教法, 2022, 42(6): 117-123.
- [11] 李沐慧, 徐斌艳. 中国数学问题提出能力培养的发展路径与启示[J]. 数学教育学报, 2022, 31(1): 91-96+102.
- [12] 洪清玉, 康春花, 曾平飞, 等. 数学问题提出能力的测评模型及指标赋权[J]. 江西师范大学学报(自然科学版),

2021, 45(1): 38-45.

- [13] 李丹杨, 吴颖康, 徐红, 等. 透过教师关注促进问题提出教学——一个促进框架的构建与实施[J]. 全球教育展望, 2023, 52(2): 87-104.
- [14] 刘京莉. 以 SOLO 分类为基础的学生学习质量评价初探[J]. 教育学报, 2005(4): 41-45.