

国家社科基金资助期刊

KECHENG

JIAOCAI

JIAOFA

课程·教材·教法

CURRICULUM, TEACHING MATERIAL AND METHOD

2018 6
总第416期



第二届中国出版政府奖期刊奖提名奖期刊
第二、三届国家期刊奖百种重点期刊
中国期刊方阵双百期刊
全国首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊
中国人文社会科学核心期刊
全国教育类核心期刊
全国中文核心期刊
CSSCI来源期刊
RCCSE中国核心学术期刊

目 录

■ 党的十九大精神研究与阐释

- 迎接语文教育新时代 顾之川 (4)

■ 纪念改革开放 40 周年

- 教材建设 40 年：知识变革的检讨与展望 靳玉乐，张善超 (9)

- 实验教学 40 年：回顾与展望 易红郡，姜远谋 (14)

■ 新高考研究

- 新高考学科考核目标与考查要求研究 于 涵，任子朝，陈 昂，赵 轩，李 勇 (21)

- 新高考外语科的功能定位与改革方向 于 涵，陈 康，高 升 (27)

- 新高考下高中生如何选科 张雨强，白 雪，张中宁 (34)

- 高考语文学科《考试大纲》中古代诗文“浅易”标准释析 张 开 (40)

■ 教学理论与方法

- 以学习为中心：中国基础教育课堂的基本教学逻辑 冉亚辉 (46)

- 批判性思维与创新思维的辨析与培育 王 建，李如密 (53)

■ 学科课程教材与教学

- 论当前中小学书法教学中的三对关系 李逸峰 (59)

数学教学的表征处理策略

- 基于专家教师的课堂教学分析 陈 薇 (65)

- 普通高中化学课程标准的变化 李 俊 (71)

分层联动教研模式的建构

- 以中学物理为例 张晓红，张 静，熊建文，姚建欣 (78)

数学教学的表征处理策略

——基于专家教师的课堂教学分析

陈 薇

(南京师范大学 教育科学学院, 南京 210097)

摘要:表征在学生学习数学过程中所起的作用很关键,它是教师、学生之间知识传递的外化载体。对小学数学专家教师的教学进行深度分析和研究发现,专家教师在教学中注重表征的多样化,适时进行表征的抽象,重视表征的转换。同时,专家教师在教学中鼓励学生自己提出表征,以构建自我的知识结构。

关键词:专家教师; 数学教学; 课堂教学; 表征

中图分类号:G623.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-0186(2018)06-0065-06

自舒尔曼(Shulman)教授提出学科教学知识(PCK)的概念后,教育界的专家们开始意识到教师的学科知识在教学中的重要作用,尤其通过对专家教师学科知识结构的研究,发现其是促进教师专业发展的捷径。^[1]专家教师在教育教学过程中的高水平行为,表现出一定的共性,研究他们的行为及行为表现出的共性,既可以丰富教育教学领域的实践研究,又可以为新教师的培养规划提供借鉴,还能为师范教育发展提供有价值的参考。

选择专家教师作为研究对象,需要认可两个基本前提。一是专家教师与新手教师存在不同。在教学中专家教师比新手教师能更加有效地运用学科知识,在解决课堂问题方面能表现出更高的效率,更容易找到新的、恰当的解决问题方法。二是专家教师之间存在相似性。既然是专家教师,他们之间所构成的“专家”特质就已然被默

认,可以称之为专家的“原型”。^[2]

一、研究设计

研究设计需要考虑几个重要方面:研究的内容与方法,专家教师的选择与教学内容的确定,编码与分析,理论框架。

(一) 研究的内容与方法

教学是一个复杂的过程,其中有关键要素,也有内在规律,表征就是教师设计教学的关键要素之一^[3],教师对表征的处理关乎学生的数学理解^[4],教学中通过表征的转换与关联可以促进学生理解数学概念。那么,专家教师对表征的处理有什么优势?这些优势在课堂教学中是如何体现的?本研究将从教材到教学的转变视角,在表征顺序、表征主体和表征呈现三个维度,用文本分析法对专家教师的课堂教学实录进行编码,探寻共性。

基金项目:江苏省高校优势学科建设工程(PAPD)资助项目“南京师范大学教育学优势学科”,美国自然科学基金会在美天普大学的项目(DRL-1350068)

收稿日期:2018-01-04

作者简介:陈薇,1981年生,女,江苏南京人,南京师范大学教育科学学院博士研究生,主要从事课程与教学研究。

(二) 专家教师的选择与教学内容的确定

专家教师的选择参考了 Leinhart 和 Brandt 等提出的界定方法。依据教龄作为主要选择条件，在某市选取了四位小学数学专家教师，他们必须具备以下条件：(1) 从事小学数学教学工作的时间为十年或十年以上；(2) 获得本区域或更大范围的小学数学学科教学表彰；(3) 自愿参加本研究。每位专家教师要提供四节“新授课”教学，每节教学内容的选择必须包含一个数学核心概念。教学要在自然情境与状态下进行，备课也以常态为准。

(三) 编码与分析

研究时先录制每节课的教学过程，再将教学录像转换成文字实录。编码过程采用自下而上和自上而下并行的方法。根据研究的重点选择编码的维度，自上而下进行编码；根据课例概览和文献分析确定编码的各个维度，自下而上再次校验编码。为了保证编码信度，研究过程中进行双重编码，采用专家编码校验的方法，以修正编码中出现的分歧。

(四) 理论框架

研究分别从表征顺序、表征主体和表征呈现三个维度进行编码。表征顺序是指按照表征出现的次序流程，分别从教材和教学两个方面进行序列编码，先按照表征的类型将教材和教学按序记录，在记录的过程中进行教材与教学的对应。从教材与教学的表征一致性看教师对教材的改动比

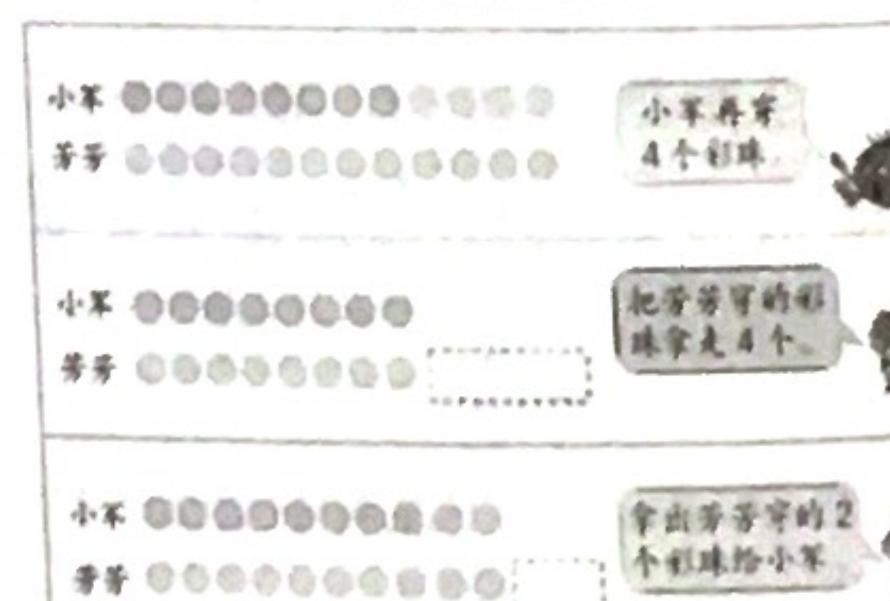
例，为进一步分析如何改动奠定数据基础。表征主体关注的是表征产生的主体，即表征是如何产生的，是学生独立提出的，还是教师出示的，抑或是师生共同完成的。表征呈现主要分析教学中表征是借助何种技术呈现的。

二、教材的表征

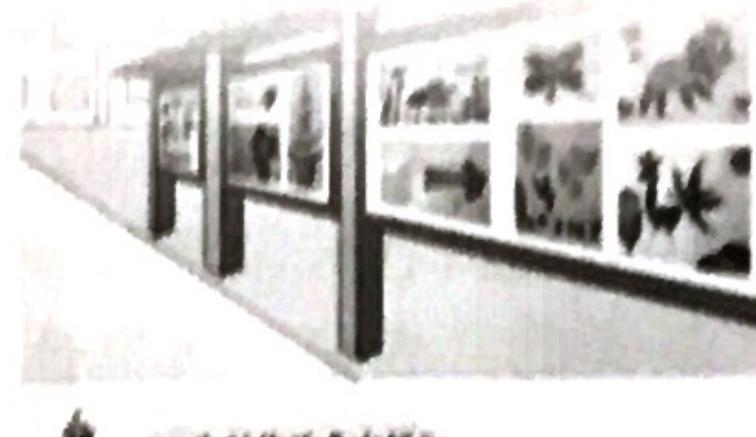
心理学认为，表征是信息在头脑中的呈现方式。教师在教学新概念时，通过对表征的处理，可以让学生更适切地习得概念。无论是教材还是教学，表征都将被有效利用，以帮助学生习得数学概念。我国现行的各版本小学数学教材中，表征的类型和呈现规律较为一致，教材中一般清晰地分为新授和练习两个部分。新授中的例题教学是为了帮助学生理解必要的关键概念，并以此为基础解决新问题^[5]。练习是对新授例题的巩固、延伸和补充。但在实际教学中，很多教师只是带领学生将教材“拷贝一遍”，未能理解其内涵。

教材的例题教学“表征顺序”均为具体到抽象，教师教学也是从具体表征如圆片、小棒等开始，逐步抽象到算式。表征的类型（以苏教版数学教材为例，见表 1）按其呈现特点分为三类：动作式、映象式和符号式。三种表征方式中的每一种也可以按照具体或抽象程度进行分类。在动作式表征中，纯文字表征的抽象程度高于图文结合，但并不是说纯文字的表征难度就一定大于图文结合。研究发现，在实际教学中，有些图文结

表 1 教材表征分类

| 表征分类 | 教材表征类型 | 例子 |
|------|------------------------|---|
| 动作式 | 图文结合、文字描述、散装图等 |  <p>每次可以坐 6 人，2 次可以坐多少人？3 次、4 次、5 次、6 次呢？</p> |
| 映象式 | 前条状图、条状图（彩条图或带状图）、线段图等 |  <p>小军 6 个珠子 莲莲 6 个珠子 小军 5 个珠子 莲莲 5 个珠子 小军 4 个珠子 莲莲 4 个珠子</p> <p>把莲莲穿的彩珠拿走 4 个。 拿出莲莲穿的 2 个彩珠给小军。</p> |

续表

| | | |
|-----|-------------|--|
| 符号式 | 等式、含有符号的式子等 | <p>同学们制作了一批树叶粘贴画，选出 142 幅放进树 窗展览，还剩 86 幅。</p>  <p>一共制作了多少幅？</p> <p>$142 + 86 = ()$</p> |
|-----|-------------|--|

合的问题学生反而觉得困难，这种情况在第一学段尤其明显。映象式表征若按抽象程度可以分为三个阶段：前条状图（Pre-tapes）、条状图（Tape Diagrams）和线段图（Number Lines），这三种类型的表征都属于“线性数量”表征。前条状图在教材中常用圆片、小棒排成条状；条状图是类似直条呈现的图；线段图顾名思义就是用不同长度的线段进行表征的图。在教材的表征呈现中，不仅在学段之间具有规律性，在教材的单元或课时中也表现出一些共性。苏教版数学教材中的例题一般都会以图文结合或文字的表征呈现，常常以算式等较为抽象的形式作为例题的终结表征，在解决问题的教学内容中算式是固定的结束表征形式。

三、研究结果

研究发现了专家教师从教材表征到教学表征转变的一些共性策略，下面分别从表征顺序、表征主体和表征呈现三个维度进行具体阐述。

（一）表征顺序

从表征的类型看，专家教师对教材表征的使用以尊重为基调加以个性化解读。与这十六节课相应的内容，教材一般都使用图文结合式作为例题的初始表征，并以算式表征作为终结，练习部分的教材表征没有表现出明显的规律。图 1 显示，专家教师的教学表征与教材的表征趋势相近，尽管如此，专家教师在教学中对表征还是作了适当改变，其中教师 C 对教材表征的改变较大。

既然教师对教材的表征作了改变，那究竟是怎么变的？通过对不一致的表征分析（见图 2），可以发现四位专家教师对教材表征的改变分为三种类型：增加教材中没有的表征，不采用教材的

部分表征类型，改变教材的表征。在三种类型的表征改变中，增加表征类型的比例达 47%，不采用表征的比例为 39%，表征转变的总量也占表征不一致总数的 14%。值得一提的是，专家教师在例题表征转变中的具体化倾向，尤其在概念课教学中，不仅降低了教材表征设计的抽象程度，还自行设计了新的表征类型。在练习部分，专家教师还通过增加表征类型，改变教材的表征设计。

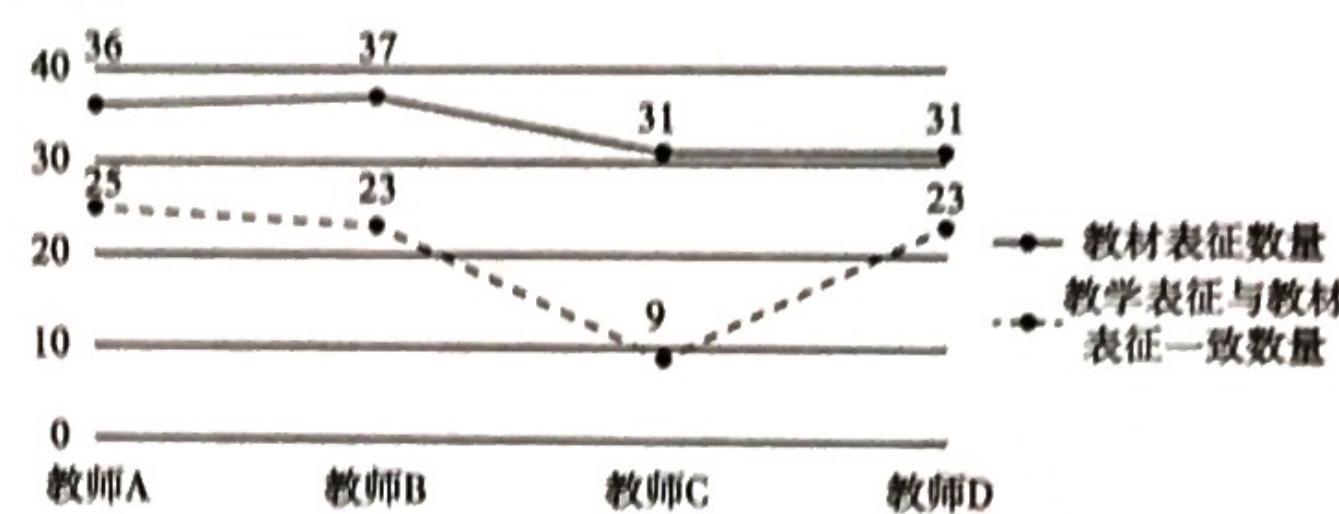


图 1 教材表征与教学表征的一致

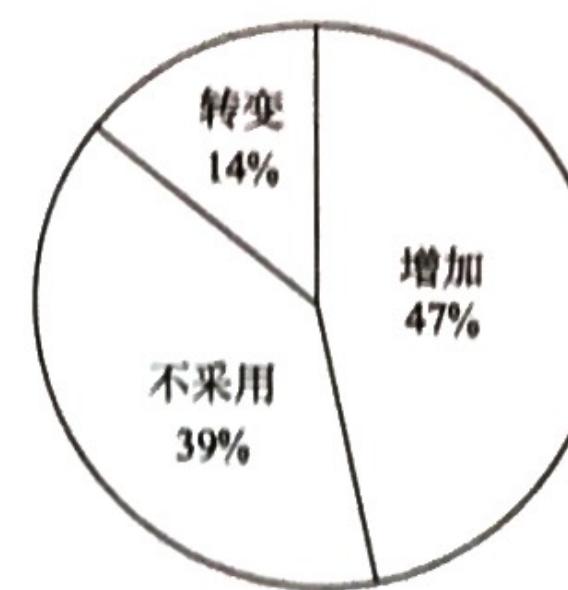


图 2 不一致表征结构比例

（二）表征主体

在教学中，表征有三种出现的方式：由教师提出，也可能教师提出的是教材已有的表征；由学生提出，是指在学习过程中，学生根据自己对知识的理解呈现的个性化表征方式，这也是课堂教学的资源；由师生共同提出，有些表征的出现是先由教师启发，然后由学生提出，教师通常在学生出现困难时给予帮助，最终共同完成正确的表征。在十六节课中，“表征主体”的不同方式统计如下（见图 3）：三种方式呈现的表征比例相当，教师提出的表征占 36%，师生提出的占

34%，学生提出的占30%，由学生参与的“表征主体”占总数的64%。四位专家教师的课堂教学的“表征主体”比例有所差异（见图4）。教师A的课堂教学的“师生得出表征”的比例最高，达到72.2%；教师D的课堂教学表现出最高的“教师提出表征”的比例，达到59.1%。四位专家教师的“表征主体”比例又表现出两种不同的类型。在教师A和教师B的课堂中，“教师提出表征”的比例相当，学生参与或独立提出的表征占了绝大部分；在教师C和教师D的课堂中，“教师提出表征”的比例相对较高，占了约一半。这两种不同的类型，可能与计算、解决问题等教学内容的差异性有关。

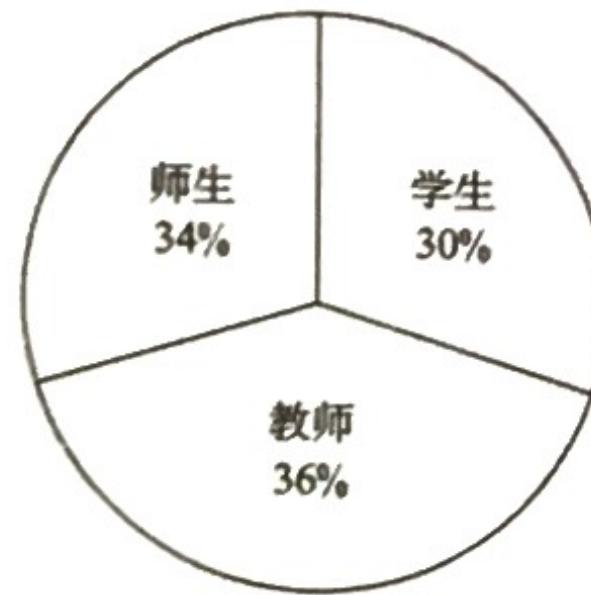


图3 表征主体比例

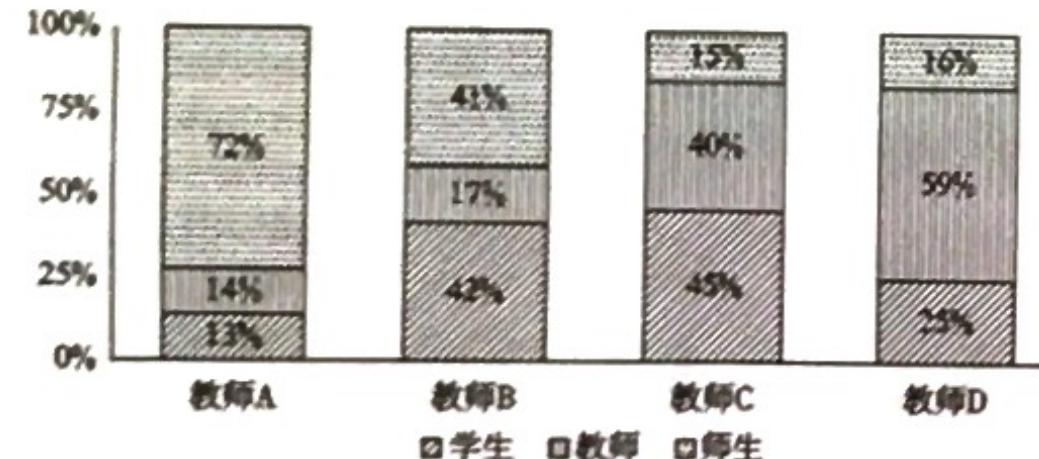


图4 专家教师的教学表征主体比例

在教学中，专家教师往往不止步于一个问题呈现单一表征方式，有时会同时或先后呈现不同的表征。四位专家教师的教学都使用了“多重表征”解释数学概念（见图5）。教师A、教师B和教师D的“多重表征”使用表现出一致水平，三分之二左右使用“单一表征”；教师C则表现出更多使用了“多重表征”进行教学，“多重表征”的使用占总数的72%。总体来看，四位专家教师在教学中都注重了“多重表征”的使用，有些表征源于教材内容，也有些不是（见图6）。教师A和教师B在使用教材表征上水平一致，占总表征数的三分之二左右；教师C和教师D使用教材表征的比例较低，教师C只有8%使用的是教材表征，可以看出教师C对教材表征的改变比较大。总体来看，四位专家教师对教材表征都有一定程度的改变，在利用“多重表征”教

学时，他们又表现出对生成资源开发的能力，在这些非教材表征中有相当一部分来源于学生（见图7）。其中，教师B的非教材表征中的92%来自学生的自发提出，教师C和教师D的比例也超过了一半，教师A略低于50%。

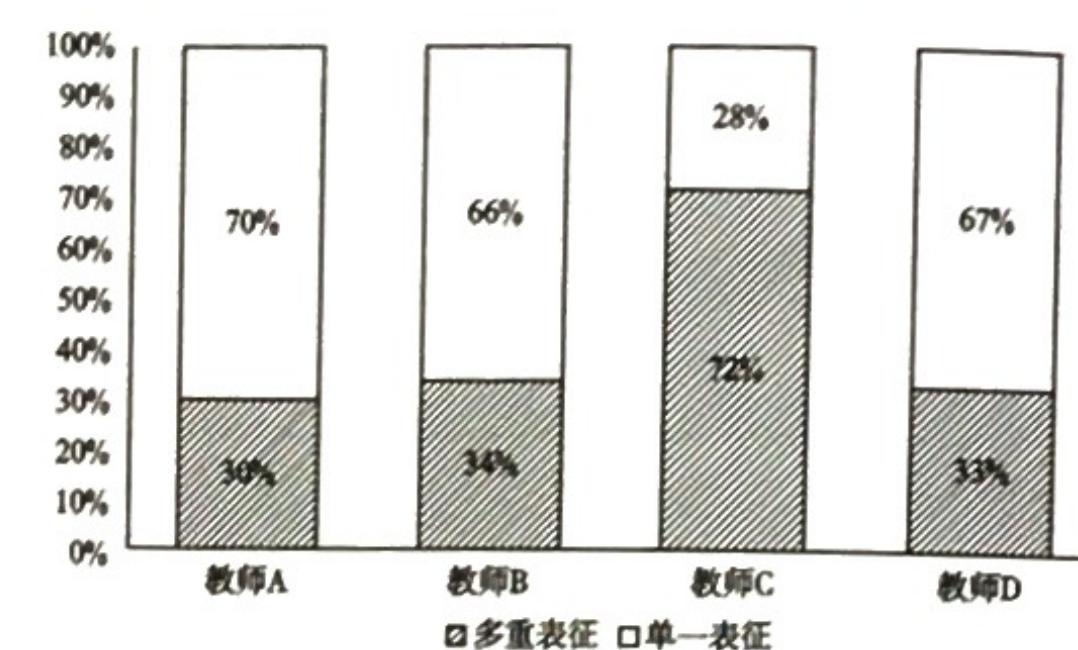


图5 表征使用类型情况

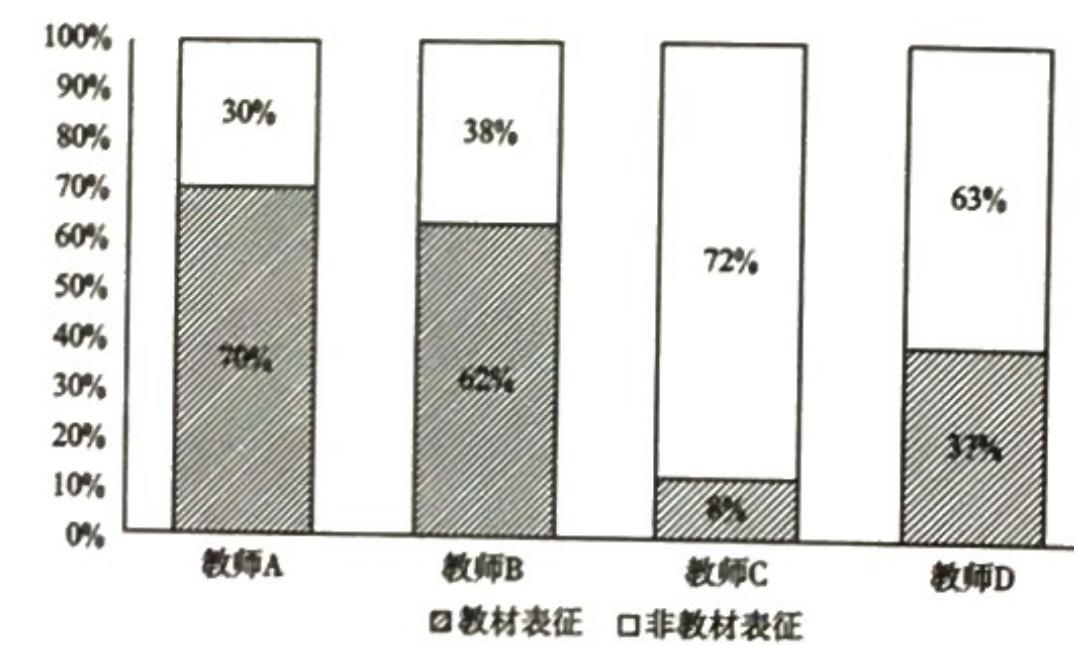


图6 教学中的教材表征与非教材表征

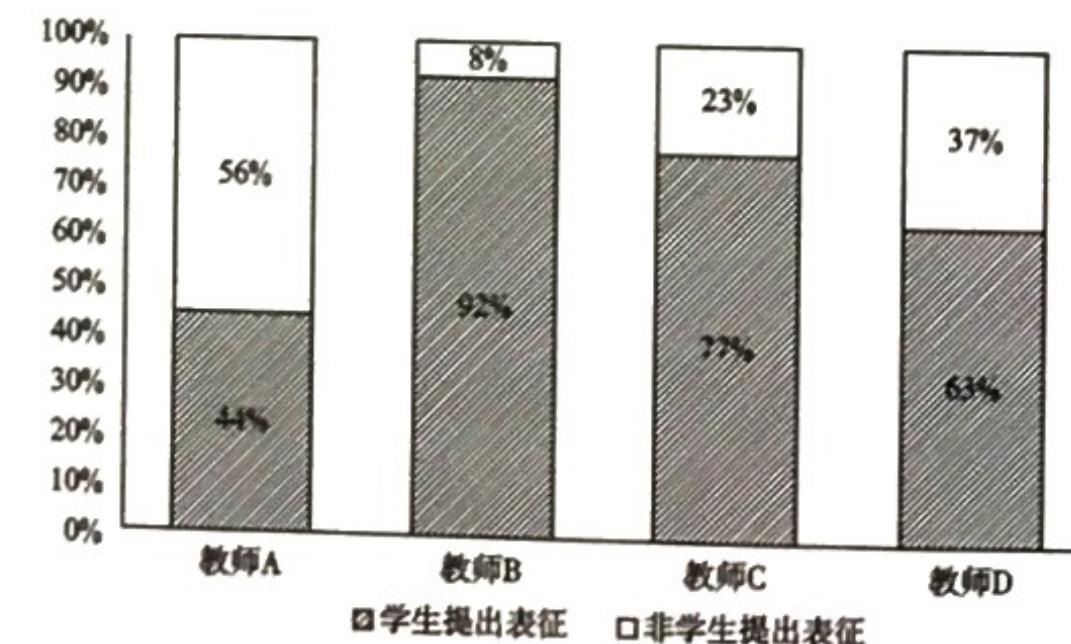


图7 非教材表征中的学生提出表征情况

（三）表征呈现

表征需要通过外化的途径呈现。在课堂教学中，教师应该利用技术使表征具体化，而不能止于口头语言描述。在十六节课的教学中，无论表征是来源于学生还是来源于教师，无论表征是随机产生还是课前预设，所有表征都采用了可视化的方式，正如美国教师教学建议中所倡导的，要将表征与图表相结合，而不能仅仅用口头表达^[4]，这样更有助于学生对数学概念的理解^[6]。从四位专家教师的课堂表征呈现技术情况（见图8）可以看出：在表征的呈现技术中，课件（主要是PPT）的使用最为广泛，比例达到了61%；板书（粉笔和黑板）依然有一定地位，平均使用率在21%左右；展台（实物投影）在教师B和教师C的课堂中被使用；白板（交互性技术）

只在教师 A 的某一课中使用到，经过访谈了解到使用白板技术与否，与技术条件是否具备有关。如果换个角度分析技术的使用，可以发现板书、课件和展台作为常用技术，也具有不同之处。课件是教师课堂教学前预设的产物；板书虽然当堂呈现，但不排除预设成分；展台所呈现的学生作品，大多是课堂教学的随机产物。从呈现的内容看，这几项技术的应用功能虽然区别较大，但仍可以看出专家教师教学设计中掌控度的期待很高。

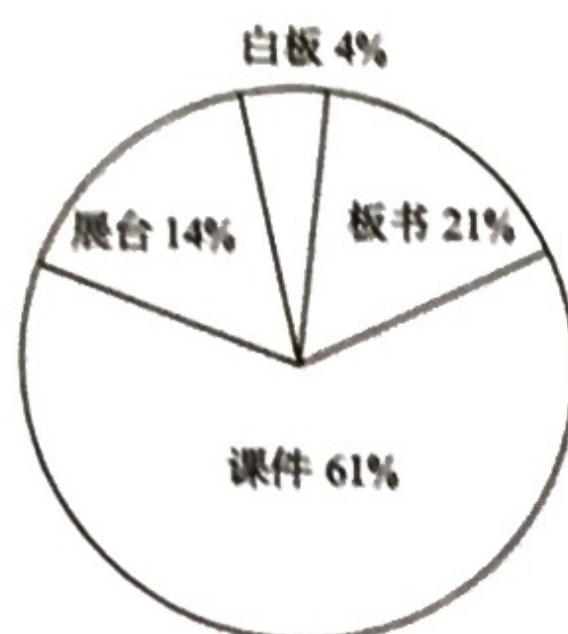


图8 表征呈现的技术

四、分析与讨论

专家教师的课堂教学，充分展现了他们对表征的有效使用。本研究从微观分析了专家教师教学中对教材的转变，这将促使对有效教学实践研究的进一步探讨。

(一) 表征的抽象、多样与转换

专家教师注重表征的抽象。有研究表明，具体的表征可以支持学生数学概念的初始学习^[7]，但一直使用动作式具体表征，并不能促进学生对数学概念的迁移^[6]，因此专家们建议，促进学生学习的最好方式是进行表征的抽象化(Goldstone & Son, 2005)。表征的抽象是学生深度理解数学概念的过程，表征的抽象程度反映了学生的学习水平。从专家教师的例题教学案例中可以看到学生对概念表征的抽象过程。教学时，专家教师并不急于在例题教学中表征出抽象程度很高的算式，而是关注学生理解数学概念表征抽象化过程，有时甚至为满足部分高水平学生的学习需求，适度提升教材概念表征的抽象程度。

专家教师不仅具有从具体到抽象的“表征顺序”策略，并且善于利用多重表征帮助学生理解数学概念。在学习过程中，不同水平的学生表征

的抽象水平存在差异。在学习概念的初始阶段，不同抽象程度的表征同时出现，有助于不同认识水平的学生真正掌握概念。

研究还发现，专家教师特别注重表征的抽象化，有时也会降低表征抽象程度，但有时又不满足于教材所设计的终极表征。如果教材所呈现的表征为图文结合情境时，教师甚至会增加前彩条图或彩条图表征，看似降低了难度，但对学生理解数学概念的本质是十分有必要的。

专家教师也善于在不同表征之间引导学生不仅关注表征的抽象化也关注表征的具体化，学生一旦能够在表征的抽象化与具体化之间自由往来，将更有助于概念的迁移。学生在理解过程中能把图文结合的表征转换成算式表征，在对算式解释时又能以图文结合的表征方式进行解释，就形成了图文结合和算式表征之间的转换。虽然表征在教材中呈现的是一种线性的序，是从具体到抽象的过程，但是从专家教师的课堂教学中却发现了表征的另一种呈现样态，表征设计跳脱了单纯的线性布局，表现出可以互逆、跳转的网状结构(见图9)。

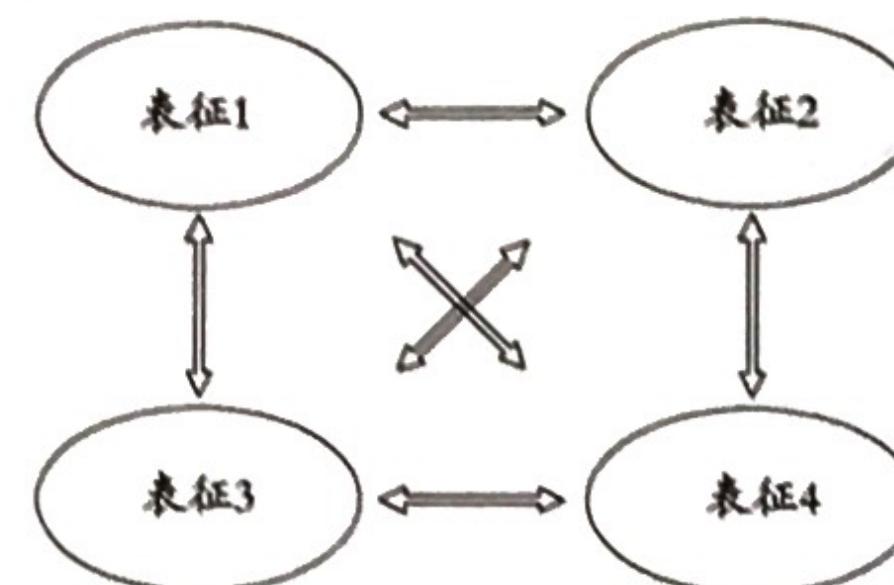


图9 表征转换示意图

(二) 表征主体的学生化倾向

专家教师善于鼓励学生用自有的方式表征数学概念。研究发现，课堂教学中有相当一部分表征并未在教材中出现，甚至没有出现在教师的教学预设中，而是来源于学生个体的知识结构，这些表征充分体现了学生对数学概念理解的多样性和深度，并且这些表征的出现与专家教师的教学设计紧密相关。专家教师除了能够发掘教材的概念表征方式以外，还能够帮助学生建立概念的表征，所以课堂学习中可以看到或源于教师，或来自师生合作，或完全出自学生的多样表征。数学课堂教学中若能将新的概念表征融于学生已有的知识结构，那么就会和已有的概念表征自觉关联，激发学生成为表征主体，自主表征就成为了

学生“真学习”的发生标志。

(三) 表征呈现的技术介入

笔者在对表征的呈现技术进行分析时发现，“预置”是作为主要技术介入的路径，但其弱点是缺乏灵活性。教师的技术使用功能中最重要的 是“即时呈现”，尽管这个功能在教学中扮演着重要的角色，但与学生“真学习”的发生关联性并不大。即时呈现功能，其最大的益处是效率高，即在 40 分钟教学过程中能够较大程度实现既定的教学目标，尤其表现在中国的课堂教学，教师视“40 分钟教学时间单位”为重要准则，一节课的内容一定要按照既定计划在规定时间内完成。所以，专家教师还需打破“40 分钟教学时间单位”的观念，教学不是以时间来衡量的，而是以学习的“真发生”，以学生的学习进阶作为课堂教学的终极目标。从研究的结果中我们依然可以看到，专家教师的课堂中常常使用课件辅助教学，PPT 是课件的主导技术，从 PPT 技术的性能可以对专家教师的教学观念作出初步判断，对课堂的掌控欲仍然存在于专家教师的教学设计意识中。即使是专家教师，对教学进程是否在预设范围也十分在意，虽然这在一定程度上反映了专家教师的教学执行力，但也需要从另一个侧面反思教师教学的空间意识，当教师掌控较多时如何保障学生的学习空间。

微观的课堂教学研究既能对新教师的课堂教学水平提升进行有效指导，也对突破专家教师再提升的瓶颈有积极意义。本研究基于四位小学数

学专家教师的课堂教学深度分析，研究结果未必一定具有普适性，因为教学原本就不可能完全被复制。

参考文献：

- [1] Kaminski J A, Sloutsky V M, Heckler A F. The advantage of abstract examples in learning math [J]. Science, 2008 (320) : 454-455.
- [2] Pashler H, Bain P M, Bottge B A, Graesser A, Koedinger K, McGaniel M. Organizing instruction and study to improve student learning (NCER 2007-2004) [M]. Washington, D. C.: National Center for Education Research, 2007.
- [3] ResnickL B, Cauzinille-Marmeche E, Mathieu J. Understanding algebra [M] // Cognitive Processes in Mathematics. Oxford: Clarendon, 1987: 169-203.
- [4] Shulman L S. Knowledge and teaching foundation of the new reform [J]. Harvard educational review, 1987 (7).
- [5] Sweller J, Cooper G A. The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra [J]. Cognition and instruction, 1985 (2): 59-89.
- [6] R J 斯腾伯格, J A 霍瓦斯. 专家教师教学的原型观 [J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 1997 (1): 27-37.
- [7] R M 加涅, W W 韦杰. 教学设计原理 [M]. 王小明, 庞维国, 等, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2005: 28.

(责任编辑: 王维花)

Processing Strategy of Representation in Mathematics Instruction : Based on the Analysis of Expert Teachers' Classroom Teaching

Chen Wei

(School of Education Science, Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210097, China)

Abstract: Representation plays a key role in the process of students' mathematics learning and serves as an external knowledge carrier between teachers and students. In this thorough analysis of elementary mathematics teachers' representational transition from textbooks to classroom teaching, the author suggests that expert teachers tend to focus on the diversity of representations, opportunities to promote abstract representations, and classroom conversations on representations. Meanwhile, expert teachers encourage students to make use of their own representations and to construct own knowledge structures.

Key words: expert teacher; mathematics instruction; classroom teaching; representation