

应用概念图评价小学数学教师 学科知识的实证研究

赵国庆, 熊雅雯

(北京师范大学 教育学部, 北京 100875)

[摘要] 教师学科知识评价是教师评价的重要组成部分,以课堂观察、任务访谈和标准化测量为代表的评价方法存在着评价知识碎片化、内在结构体现不良等问题。本研究旨在探索概念图作为教师学科知识评价工具的适用性。研究选取来自三所学校的 57 名小学数学教师为研究对象,通过三种概念构图任务(填充概念图、基于核心概念构图和基于焦点问题构图)对教师学科知识进行评价。研究发现:(1)概念图能够成为小学数学教师学科知识评价工具,评价结果显示小学数学教师存在着学科本体知识不足、知识碎片化严重以及知识结构不甚合理等问题;(2)与“填充概念图”和“基于核心概念构图”相比,“基于焦点问题构图”能更准确、更灵敏地评价教师学科知识。

[关键词] 教师学科知识; 概念图; 评价; 小学数学

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 赵国庆(1980—),男,安徽岳西人。副教授,博士,主要从事思维教学、科学探究学习等方面研究。E-mail: guoqingzh@163.com。

一、引言

教师学科知识是教师专业知识的重要组成部分,具备丰富的学科知识是教师开展教学工作的基础要求。对教师学科知识水平进行科学合理的评价,不仅有助于教育管理部门招聘新教师,也有利于在职教师进行自我诊断从而促进教师专业发展。可以看出,教师学科知识评价对教师个体发展和教育管理工作都十分重要。

布鲁纳在其最有影响的著作《教育的过程》中强调,“学校学习应该聚焦在学科的结构。抓住一门学科的结构就能够理解这门学科,将许多其他的知识与学科结构有意义地相联系。学习结构,简而言之,就是学习知识是怎样相互联系的。”^[1] 结构是知识的固有特征,结构性知识是问题解决的基础,学习者在学习中要不断形成知识的结构。可见,对教师知识结构的评

价是教师学科知识评价的重中之重。

然而,实际工作中一直缺乏有效的教师专业知识评价方法。在与一些小学数学教师进行研讨时发现:很多教师对于学科知识及结构的理解仅限于教材,脑中并没有客观知识体系,只有教材划分出来的单元框架;多数教师没有评价自身学科知识水平的恰当方法,更不知如何提升;少数教师能够对自身学科专业知识作自我评估,主要方法是对照教学大纲或教参书所罗列的知识点进行核对,或利用考试题目自测。

已有的评价方法如课堂观察、任务访谈和标准化测量等存在着评价知识碎片化、内在结构体现不良等问题,鉴于此,本研究试图探究结构化知识表征工具——概念图——在学科知识评价中的应用。同时,鉴于小学数学学科的知识相对简单且结构良好,本研究尝试探索概念图用于小学数学教师学科知识评价的方法、效果和可行性。

基金项目:2014 年度教育部人文社会科学研究青年基金项目“思维教学共同体促进小学阶段教育均衡的实证研究”(项目编号:14YJC880117)

二、相关概念、已有研究与问题的提出

(一) 相关概念

教师学科知识是教师知识的核心组成部分,指“学科中的概念、原则与技能以及这些知识在教师头脑中的结构和数量”^[2]。教师学科知识也是TPACK(技术—教学法—内容知识)中的三大单一维度知识之一,也被称为内容知识(Content Knowledge)^[3]。

概念图是一种组织和表征知识的工具,是康乃尔大学诺瓦克教授根据奥苏贝尔的有意义学习理论提出的一种教学技术。概念图的基本形式是用节点代表概念,使用连线及连接词表示概念之间的关系,概念、命题、层级结构和交叉连接是概念图的四大基本特征,命题由“概念—连接词—概念”的三元组组成,是最小的意义单元^[4-5]。概念图还可称为概念构图(Concept Mapping)或概念地图(Concept Maps),前者突出形成概念图的动态过程,后者多指最后的构图结果^[6]。

焦点问题(Focus Question)是概念图尝试回答的问题。通过焦点问题的设置,概念图的内容和结构都受到一些限制,让构图时更有针对性^[7]。研究表明,一个好的焦点问题是产生高质量概念图的先决条件之一,焦点问题越开放和动态,绘制的概念图中的命题就会越开放和动态^[8]。

(二) 已有研究

1. 数学教师学科知识评价

美国数学教师学科知识评价方法大体可以分为三类:课堂观察法、任务访谈法和标准化工具测量法^[9]。在数学课堂观察法中,研究者通过对课堂或教学录像深入分析,评价教师对学科知识的理解和认识。在数学任务访谈法中,研究者以数学任务为内容,通过书面测试或者口头访谈来分析教师的学科知识水平。由于课堂观察法和数学任务法的信效度都不够理想,美国研究者又进一步开始思考和探索专门用来评价数学教师学科教学知识(学科知识是其中一部分)的测量工具。其中,影响力较大的评价工具有SII/LMT(Study of Instructional Improvement / Learning Mathematics for Teaching)^[10]和DTAMS(Diagnostic Teacher Assessments in Mathematics and Science)^[11],这些评价工具大都以标准化的选择题为主,个别含有简短的问答题,可以运用计算机进行大量样本的评分。

数学任务法更为直接地触及教师自身的学科知识,也揭示了教师应该比学生掌握更多的问题背后的思想和方法、知识背后的更深刻的原理等;标准化工具测量法比前两种方式更加便捷,可以大规模使用。

这三大类评价工具各有优势,但也都存在一个短板,那就是缺乏对知识结构的评价。不论是课堂观察、数学任务还是标准化测量,都只能体现碎片化的知识点,无法展现知识之间的联系以及教师头脑中的知识结构。

2. 概念图作为知识评价工具

与传统测验相比,概念图对知识结构特征的探索更为清晰直观^[12]。将概念图用于学生知识评价的研究已有很多,如Wallace应用概念图分析生物概念的变化,发现学生的学科背景和基础知识不同时,对同一话题绘制的概念图明显不同。也就是说,就同一话题绘制的概念图可以反映学生已有知识的差异^[13]。Trowbridge & Wanderss应用概念图作为评估工具来分析大学生对于同一节课上的知识理解差异,发现评估结果是十分精准的^[14]。Pearsall在研究中注意到,大学生在四个星期的生物课上制作的的概念图,显示他们知识结构的复杂性发生着连续的改变和优化,并且学生有能力把这种结构的变化表达出来^[15]。可以看出,概念图作为结构化知识评价工具是非常可行的。

Ruiz-Primo & Shavelson对概念图应用于评估时的不同类型作了明确区分,并以此形成了概念图作为评估工具的框架。该框架分为评估任务、作答形式和记分方法三个部分,评估任务可以分为填充概念图、提供概念进行构图和自主构图等;作答形式可以分为纸笔形式、口头形式、计算机软件绘制等;记分方法则可以分为对概念图的成分记分(如节点数、连接数、交叉连接数等)、与标准专家图比对记分以及这两种方式的综合^[16]。这三个部分紧密联系,共同决定着概念图用于评估的准确性和有效性,任何一项出现问题,都会对整个评估造成重大影响^[17]。

评估任务形式的选择对最终的评估难度有明显的影响。虽然从概念图的本质出发,自主绘制概念图能更完整清晰地反应绘图者实际的认知结构和思考方式,但从评估角度考虑,Yin等的研究明确指出,由学生自主绘制概念图时,他们所使用的连接词多样而宽泛,很难进行标准化评分^[18]。Ruiz-Primo提出了填充概念图(Fill-in-Cmap)任务,即制作出标准概念图以后,把部分概念或连接词留空,由学生来填空。Yin等提出了选择连接词(Selected Linking Phrases)任务,即为学生提供概念图所需的所有概念和连接词,让学生进行选择 and 匹配从而形成概念图。这两种类型的任务相对自主绘图方式的结果更为客观,可以用于计算机等工具进行标准化评分,也更利于样本量很大的研究。

概念图评估的效果主要取决于记分方法。在 Novak 等提出了一种标准记分法^[4]后,研究者在实践过程中不断进行了调整和改编,形成了多种记分方法。这些方法大致可以分为三类:概念图成分记分法^[19-21]、比照标准概念图记分法^[22-23]和其他记分方法^[24-25]。在以上诸多记分方法中,概念图成分记分法较为直接、操作节省时间,但受到个人风格差异的影响,其信效度一般,第二类和第三类记分方法比较灵活,信效度较高但操作较费时间。总体而言,根据概念图的命题质量并参考标准图比照评分的方式更为合理和准确。

(三)问题的提出

概念图作为知识评价工具是相当成熟的,已有研究主要聚焦学生知识评价,本研究将具体分析概念图用于小学数学教师学科知识评价的方法与效果。主要包括以下两个研究问题:

1. 小学数学教师学科知识水平的现状如何?
2. 哪种类型的概念构图任务能更好地对小学数学教师学科知识进行评价?

三、研究设计

(一)被试

本研究选取了来自陕西省西安市三所小学的小学教师为研究对象。由于大部分教师对概念图比较陌生,本研究基于这三所学校组织的以概念图为主题的校本培训进行。研究程序见表 1。

培训中面向数学教师发放基于概念图的学科知识评价任务,共发放测试卷 64 份(A 校 21 份,B 校 11

份,C 校 32 份),有效回收 57 份(A 校 18 份,B 校 11 份,C 校 28 份),有效率 89.1%。有效被试基本信息见表 2。

(二)研究方法

本研究基于访谈法、测试法和作品分析法进行。访谈对象分两类,一是专家教师,访谈内容主要包括小学数学教师学科知识情况、学科知识测评试卷的编制建议、标准概念图的确认以及评测结果的深度解释等;二是部分被试,主要了解完成概念构图任务背后的一些想法。测试结果、被试解释及专家分析形成良好的三角互证关系。测试法则用于获取小学数学教师学科知识的基本情况。作品分析法则用于分析测试中暴露的典型问题。

(三)研究工具

1. 基于概念图的小学数学教师学科知识测评试卷
为设计出合理可行的基于概念图的学科知识评价任务,本研究从内容选择、任务形式和相关影响因素等方面对 6 位小学数学专家教师(其中 5 位来自 4 所小学,1 位来自教研部门)进行了访谈,他们既具备专业的数学知识和丰富的数学教学经验,还担任或曾担任学校教师管理和数学教研组管理工作,同时还拥有一定的概念图使用经验。

通过访谈了解到,小学数学教师在具体知识点上普遍掌握得很好,但在单元知识结构、主题板块知识结构以及具体知识点在整个学科框架中所处的位置方面存在显著的认知差异,因而概念图比较适合考察教师对单元知识结构、主题板块知识结构的把握;任

表 1 研究程序

| 培 训 对 象 | 培 训 时 间 | 培 训 流 程 |
|--------------------------|------------------------|---|
| A 小学 125 名教师,其中数学教师 21 名 | 2018 年 1 月 31 日上午,2 小时 | 概念图培训(90 分钟)→基于概念图的学科知识测试(20 分钟)→问卷(10 分钟)→访谈(结束后) |
| B 小学 67 名教师,其中数学教师 11 名 | 2018 年 2 月 2 日上午,4 小时 | 概念图基础培训(90 分钟)→概念图绘制练习(90 分钟)→交流讨论(40 分钟)→基于概念图的学科知识测试(20 分钟) |
| C 小学 133 名教师,其中数学教师 32 名 | 2018 年 3 月 1 日上午,4 小时 | 概念图基础培训(90 分钟)→概念图绘制练习(90 分钟)→交流讨论(40 分钟)→基于概念图的学科知识测试(20 分钟) |

表 2 被试基本信息

| 被试属性 | 百 分 比 |
|------|---|
| 所在学校 | A 学校 18 人,占 31.58%;B 学校 11 人,占 19.30%;C 学校 28 人,占 49.12% |
| 性别 | 男性 7 人,占 12.28%;女性 50 人,占 87.72% |
| 教龄 | 5 年及以下 17 人,占 29.82%;6—10 年 5 人,占 8.77%;11—15 年 7 人,占 12.28%;16—20 年 12 人,占 21.05%;20 年以上 16 人,占 28.07% |
| 学历 | 大专及以下 21 人,占 36.84%;本科 34 人,占 59.65%;硕士 2 人,占 3.51% |
| 所学专业 | 本专业(数学)23 人,占 40.35%;相关专业(物理、化学等)16 人,占 28.07%;其他专业 18 人,占 31.58% |
| 是否组长 | 12 人担任组长,占 21.05% |

表 3

基于概念图的小学数学学科知识测评任务

| 编号 | 任务描述 | 作答区域 |
|--------------------|--|----------------------------------|
| 任务 1 (填充概念图) | 根据小学数学中“统计”的相关知识,填补右图中缺失的概念或连接词 | |
| 任务 2 (基于核心概念构图) | 围绕核心概念,绘制一幅概念图梳理小学数学中涉及的“平面图形”相关知识(提示:可基于这些核心概念拓展延伸,增加新的概念,尽可能明确地呈现该模块知识) | |
| 任务 3 (基于焦点问题构图) | 在小学阶段,学生学过了哪些数?这些数之间又有什么关系?请绘制一幅概念图来梳理和呈现(提示:为了便于你思考,可先在左侧列出相关核心概念,再绘制概念图) | <p>焦点问题:小学阶段学过哪些数?它们之间有哪些关系?</p> |

务设计方面,专家们认为,小学数学教师对概念图比较陌生,评价实施前需要开展概念图培训或者在测评任务中提供有效范例,要求教师完成的概念图数量最好在3个左右,并且应该考察不同模块的知识以求评价的全面客观;在任务形式上,可将自由绘制、关键词绘制、填充概念图等多种形式并用,由易到难,从而检测到教师的真实水平。

基于访谈结果,本研究围绕“数与代数”“图形与几何”“统计与概率”这三大模块中的单元知识或主题板块知识编制了“基于概念图的小学数学教师学科知识测评试卷”,三个任务分别采用填充概念图、基于核心概念构图和基于焦点问题构图的形式。测评任务见表3。

任务1(填充概念图)采用直接计分法,1个正确的概念或连接词均记1分,该任务共有10个空,满分10分。任务2(基于核心概念构图)和任务3(基于焦点问题构图)采用比照标准概念图记分法。研究通过访谈学科专家设计出标准概念图,将教师完成的概念图与标准概念图进行比照,与标准概念图一致的命题记1分,除以专家概念图中的总命题数再乘以100得出最后得分。

2. 同行评定

为了验证概念图用于小学数学教师学科知识评价

的效度,本研究需要把概念图测评得分与同行评价进行相关分析。研究者对三校的教学主管领导和学科带头人进行了访谈,邀请他们对参与概念图测评的教师的学科知识水平一一进行等级评定,评定结果见表4。

表 4 所在单位*同行评定交叉制表

| | | 同行评价 | | | |
|----------|------|-------|-------|-------|----|
| | | 高级水平组 | 中级水平组 | 初级水平组 | 合计 |
| 所在 单位 | 学校 A | 4 | 9 | 5 | 18 |
| | 学校 B | 4 | 4 | 3 | 11 |
| | 学校 C | 8 | 11 | 9 | 28 |
| 合计 | | 16 | 24 | 17 | 57 |

(四) 数据分析

本研究采用 SPSS23.0 统计软件进行数据录入和管理,运用单因素方差分析(ANOVA)研究同行评定中三类教师在概念构图任务中的表现差异,并运用相关分析研究三类概念构图任务表现与同行评定的一致性。

四、数据分析与讨论

(一) 小学数学教师学科知识的基本情况

小学数学教师学科知识测评结果见表5。可以看出,教师对学科知识的把握情况远没有想象的那么乐观,他们在任务1(填充概念图)中的平均得分只有

6.16分(满分10分),在任务2和任务3中的平均得分也只有29.06分和39.56分(满分100分)。

表5 各评价任务描述统计量

| | | N | 极小值 | 极大值 | 均值 | 标准差 |
|-----|-----|----|-------|-------|-------|--------|
| 任务1 | 学校A | 18 | 3.00 | 8.00 | 5.67 | 1.283 |
| | 学校B | 11 | 2.00 | 8.00 | 5.45 | 1.916 |
| | 学校C | 28 | 4.00 | 9.00 | 6.75 | 1.236 |
| | 总计 | 57 | 2.00 | 9.00 | 6.16 | 1.497 |
| 任务2 | 学校A | 18 | 24.32 | 48.65 | 33.03 | 6.393 |
| | 学校B | 11 | 16.22 | 51.35 | 30.96 | 12.169 |
| | 学校C | 28 | 13.51 | 67.57 | 25.77 | 11.548 |
| | 总计 | 57 | 13.51 | 67.57 | 29.07 | 10.693 |
| 任务3 | 学校A | 18 | 26.92 | 65.38 | 45.51 | 12.533 |
| | 学校B | 11 | 11.54 | 61.54 | 40.56 | 17.232 |
| | 学校C | 28 | 11.54 | 57.69 | 39.56 | 13.440 |
| | 总计 | 57 | 11.54 | 65.38 | 41.63 | 13.965 |

对教师任务1的完成情况进行分析发现,教师对“扇形统计图”和“中位数”两个概念的填写正确率最高(98.2%),而对“统计量”的填写正确率最低(3.5%),教师们填写的答案有“数据”“趋势”“特殊数据”“数据特点”“计算”“数值”“分析方法”“概念”“数”“途径”等。专家教师在访谈中表示,“扇形统计图”和“中位数”属于相对下位的具体概念,且两个概念均源自数学教材中的一节内容,所以对教师而言比较简单;“统计量”的错误率较高则反映出小学数学教师在数学本体性知识方面的缺失,“统计量”属于统计相关的本体性知识,属于高等数学范畴,很多教师都比较欠缺,尤其是那些年龄较大或非数学专业的教师。

任务2和任务3的得分较低反映了教师对概念间关系的理解缺失或偏差。如在任务2中,教师在

“线”“角”与“平面图形”的关系上就暴露了明显问题,对此他们有以下几种理解:①线和角组成了平面图形(如图1所示);②线是一种平面图形,两条射线能组成角;③线可以组成平面图形,角是一种平面图形。就此问题,在对教师进行访谈时发现,很多教师对线和角是不是平面图形的的问题不置可否。专家教师在访谈中表示,线和角本身都是平面图形,两者之间也不存在从属关系,它们可以共同成为其他平面图形的组成部分(如图2所示)。进一步分析教材发现,这两个板块是分开进行教学的,“两条射线组成角”是两者在教材中体现的主要关联,这给很多教师带来了理解上的偏差,认为“角”的引入是由线引起的,和平面图形没有关联。

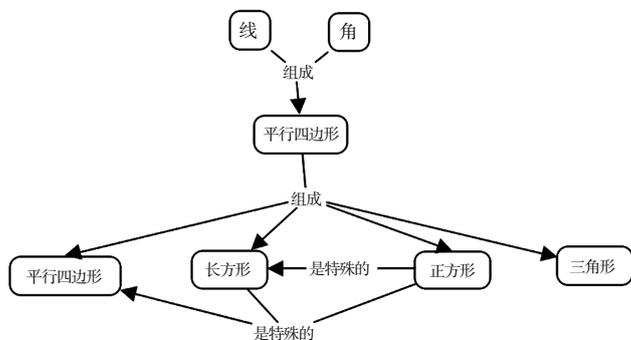


图1 任务2教师概念图示例

又如,任务3要求教师对小学阶段学过的数进行关系梳理。多位数学专家教师一致认为,按照小学阶段教材内容的设定,小学阶段所学的数主要包括整数、小数、分数和百分数这四种,在讨论其关系时,小学阶段把数分为整数和分数,百分数和小数是作为可以与分数转化的数来学习的。这不仅是教材所体现的内在关系,也是在小学六年级复习课中需要学生进行

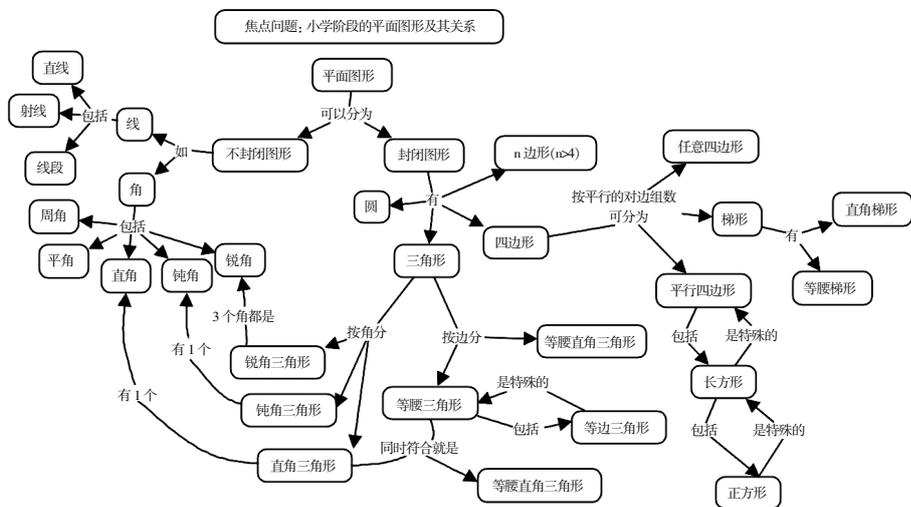


图2 任务2标准参照图

梳理的客观关系。因而在概念图中可以表达为“小学阶段所学的数分为整数和分数”和“分数能够与百分数和小数进行相互转化”两个重要命题,或直接表达为“小学阶段所学的数包括整数、分数、小数和百分数”。然而,通过分析教师完成的概念图发现,57份作品中依然有十余份存在明显的问题,这些图体现了教师对这个知识的理解缺失(如图3所示)。针对这个情况访谈专家,专家表示可能有两方面原因,一是教师未能认真读题,没有把绘图的范围限制在“小学学过的数”的范围内,因而出现了很多超出范围的概念和关系,如“有理数”“无理数”“正小数”“正分数”等;二是很多教师未教授过六年级,中低年级教材中的内容是分块进行的,教师未曾进行过整体思考,在这个知识上的认知的确是有缺失的。

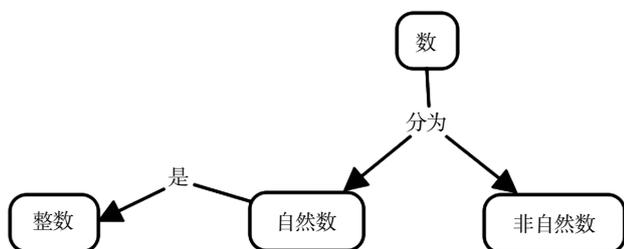


图3 任务3教师概念图片段

对任务2得分和任务3得分进行配对样本 T 检验,发现教师在任务2上的得分显著低于任务3($\text{sig.}=.031$)。理论上,基于关键概念构图的难度低于基于焦点问题构图,但在实际执行中教师的表现却相反。可能的原因在于已经给出部分概念,教师在绘制概念图时没有像完成任务3那样去努力穷举概念,而仅仅将注意力聚焦在建立已给概念之间的关系上。

(二)概念构图任务形式对评价效果的影响

为了优化基于概念图的学科知识评价任务设计,我们以同行评价为分组依据,采用单因素方差分析研究三种类型的概念构图任务对三组教师的区分度。结

表6 基于同行评价的单因素方差分析

| | | 平方和 | df | 均方 | F | 显著性 | 事后比较 |
|---------------|----|-----------|------|----------|--------|------|-----------------------------|
| 任务1(填充概念图) | 组间 | 5.654 | 2 | 2.827 | 1.273 | .288 | |
| | 组内 | 119.925 | 54 | 2.221 | | | |
| | 总数 | 125.579 | 56 | | | | |
| 任务2(基于核心概念构图) | 组间 | 785.944 | 2 | 392.972 | 3.788 | .029 | 初级水平组< (中级水平组, 高级水平组) |
| | 组内 | 5616.988 | 54 | 104.018 | | | |
| | 总数 | 6402.932 | 56 | | | | |
| 任务3(基于焦点问题构图) | 组间 | 4759.949 | 2 | 2379.974 | 20.861 | .000 | 初级水平组< 中级水平组< 高级水平组 |
| | 组内 | 6160.843 | 54 | 114.090 | | | |
| | 总数 | 10920.792 | 56 | | | | |

果发现,三组教师在任务1上的表现无显著差异($p=.288$),在任务2上有显著差异($p=.029$),在任务3上有极其显著差异($p=.000$)。事后比较发现,中级水平组和高级水平组教师在任务2上的表现无显著差异,三组教师在任务3上的表现均有显著差异(见表6)。

研究进一步分析了三种评价任务与同行评价的相关关系。由于三种任务得分均为连续变量,故采用积差相关计算三种任务得分间的相关关系。又由于同行评分为非连续变量,故采用等级相关计算其与三种得分间的相关关系(见表7)。结果表明,任务2(基于核心概念构图)和任务3(基于焦点问题构图)间呈现显著的弱相关,任务3(基于焦点问题构图)和同行评价间呈现极其显著的强相关,任务2(基于核心概念构图)和同行评价间只有临界显著的弱相关($p=.078$),任务1与其他几种评价方式均无相关性。由于同行评价来自教师所在学校的专家教师,他们对教师的情况有着比较深入的了解,因而他们的评价比较可靠,这也表明任务3对教师学科知识评价较为精准,任务1几乎无法体现教师的学科知识水平。

表7 三种任务及其与同行评价的相关关系

| | | {1} | {2} | {3} |
|-----|---------------|-------|-------|--------|
| {1} | 任务1(填充概念图) | | | |
| {2} | 任务2(基于核心概念构图) | -.204 | | |
| {3} | 任务3(基于焦点问题构图) | .127 | .287* | |
| {4} | 同行评价 | .151 | .235 | .689** |

注:** $p<0.01$,* $p<0.05$ 。三种任务间使用皮尔逊积差相关,三种任务与同行评价之间使用斯皮尔曼等级相关。

上述结果可以从三种概念构图任务重点考察的知识类型和范围得到解释和验证。Canas等人从内容自由度和结构自由度两个维度对各种概念构图任务进行了分析(如图4所示)^[7],比较极端的是背诵概念图(Memorize the Map)和不设置任何条件的概念构图(No Conditions),前者既无内容自由度也无结构自由

度,属于典型的机械学习活动;后者没有任何限制,但没有任何可操作性。本研究中采用的三种概念构图活动中,“填充概念图”(Fill-in-Cmap)的自由度最低,构图者在结构上没有任何施展空间,在内容上可以发挥的地方也很小。在这类任务中,概念填充考察的是对一个知识网络中个别概念的回想能力,连接词填充考察的是对概念间关系的理解,以此来评价教师的结构化知识明显是无效的;“基于核心概念构图(List of Concepts)”的自由度处于中间位置,一方面部分核心概念已给出,构图者可以在此基础上自行添加一部分概念,另一方面构图者可以自行安排概念图的结构,因而此类任务主要考察的是对于这些给定概念间关系的理解情况;“基于焦点问题构图(Focus Question)”的自由度最高,构图者需要根据焦点问题联想相关概念、组织概念层次关系并建立概念间关系。与“基于核心概念构图”相比,“基于焦点问题构图”自由度更高,但同时焦点问题也为构图者设定了思考的方向,使得构图时也更有针对性。

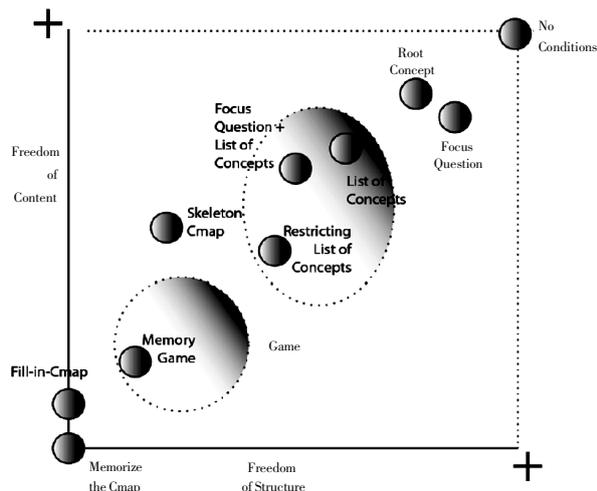


图4 概念构图过程中内容与结构的自由度^[7]

五、政策建议

本研究揭示了小学数学教师存在着学科本体性知识不足、知识碎片化程度严重及知识结构不甚合理等问题,为了有效解决这一问题,提升教师对学科知识的把握能力,现提出以下建议:

1. 在教师继续教育中要进一步注重学科本体性知识。我国小学数学教师学科本体性知识不足,很大程度上是历史原因造成的,如大部分老教师都是中专毕业,并未接受过本科及以上教育,年轻教师中也有一大半教师并非数学科班出身。让这批教师重新修读高等数学已无可能,因此,建议在教师继续教育培训中突出学科本体性知识,弥补教师在学科本体性知识上的不足。

2. 在中小学教材编排上要更加注重知识的结构性呈现。小学数学教师学科知识结构化程度不高,一方面同本体性知识缺失一样是由历史原因造成的,但与小学数学教材本身也有很大的关系。由于教材是按照线性顺序编排,其内在逻辑需要教师根据自身理解去建构,这对非科班出身的数学教师来说无疑是有挑战性的。建议组织专家教师系统制作学科知识的宏观、中观和微观图,将其置入教材、教学大纲或教参中。

3. 将概念图等知识可视化工具纳入师范生及教师继续教育体系。纵使知识再客观,不同的人也有不同的理解。教师们建立起自己的知识结构无疑是至关重要的,因此,建议将概念图等知识可视化工具纳入师范教育乃至教师继续教育体系,培养教师自行将知识结构化的意识和能力,以应对新知识不断涌现的挑战。

六、结论与展望

本研究的主要结论如下:(1) 概念图能够成为小学数学教师学科知识评价工具,评价结果显示小学数学教师存在着学科本体性知识不足、知识碎片化程度严重及知识结构不甚合理等问题;(2) 与“填充概念图”和“基于核心概念构图”的任务相比,“基于焦点问题构图”能更灵敏、更精准地评价教师学科知识。

未来研究可在以下几方面进行深入或完善:第一,对概念构图任务形式作进一步优化,如调整任务开放度,变为“焦点问题+核心概念集(Focus Question+ List of Concepts)”的方式,提升任务的精准度;第二,拓展研究对象到其他学科或学段,验证基于概念图的学科知识评价的普适性;第三,开发智能评价工具,实现自动计分,从而可以实现更大样本量的研究。

[参考文献]

- [1] 布鲁纳.教育过程[M].邵瑞珍,译.北京:文化教育出版社,1982.
- [2] SHULMAN L S.Those who understand: knowledge growth in teaching[J].Educational researcher,1986,15(2):4-14.
- [3] CHAI C S, KOH J H L, TSAI C C, et al. Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT)[J].Computers & education, 2015,57(1):1184-1193.

- [4] NOVAK J D, GOWIN D B. Learning how to learn[M].Cambridge:Cambridge University Press,1984.
- [5] NOVAK J D.Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations [M].New York: Taylor & Francis,2010.
- [6] 赵国庆.概念图、思维导图教学应用若干重要问题的探讨[J].电化教育研究,2012(5):78-84.
- [7] CAÑAS A J,NOVAK J D,REISKA P. Freedom vs. restriction of content and structure during concept mapping – possibilities and limitations for construction and assessment [C]//Concept maps: theory, methodology, technology proceedings of the fifth international conference on concept mapping.Valetta: University of Malta, 2012:2630-2631.
- [8] MILLER N L, CAÑAS A J. Effect of the nature of the focus question on the presence of dynamic propositions in a concept map[C]// Connecting educators: proceedings of the third international conference on concept mapping.Poltsamaa: Oü Vali Press2008:1299-1312.
- [9] 黄兴丰,马云鹏. 美国数学教师学科知识评价方法的述评[J].数学教育学报,2013,22(1):55-60.
- [10] HILL H C, SCHILLING S G, BALL D L. Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching[J].Elementary school journal,2004,105(1):11-30.
- [11] SADERHOLM J, RONAU R, BROWN E T, et al. Validation of the diagnostic teacher assessment of mathematics and science (DTAMS) instrument[J].School science & mathematics,2010,110(4):180-192.
- [12] HOZ R, TOMER Y, TAMIR P. The relations between disciplinary and pedagogical knowledge and the length of teaching experience of biology and geography teachers[J].Journal of research in science teaching,1990,27(10):973-985.
- [13] WALLACE J D, MINTZES J J. The concept map as a research tool: exploring conceptual change in biology[J].Journal of research in science teaching,1990,27(10):1033-1052.
- [14] TROWBRIDGE J E, WANDERSEE J H. How do graphics presented during college biology lessons affect students' learning?[J]. Journal of college science teaching,1996,26(1):54-57.
- [15] PEARSALL N R, SKIPPER J E J, MINTZES J J. Knowledge restructuring in the life sciences: a longitudinal study of conceptual change in biology[J].Science education,1997,81(2):193-215.
- [16] RUIZ-PRIMO M A, SHAVELSON R J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment[J].Journal of research in science teaching,1998,33(6):569-600.
- [17] 解加平,辛涛.概念图在评估学生学习中的应用[J].全球教育展望,2014(1):40-49.
- [18] YIN Y, VANIDES J, RUIZ-PRIMO M A, et al. Comparison of two concept-mapping techniques: implications for scoring, interpretation, and use[J].Journal of research in science teaching,2005,42(2):166-184.
- [19] AUSTIN L B, SHORE B M.Using concept mapping for assessment in physics[J].Physics education,1995,30(1):41.
- [20] MARKHAM K M, MINTZES J J, JONES M G. The concept map as a research and evaluation tool: further evidence of validity[J]. Journal of research in science teaching,2010,31(1):91-101.
- [21] 刘荣玄,罗贤强,徐向阳.关于概念图在数学教学评价中的应用研究问题[J].数学教育学报,2011(4):51-54.
- [22] 王立君,姚广珍.物理概念图试题的评分方法[J].心理发展与教育,2004(4):84-88.
- [23] GREGORIADES A, PAMPAKA M, MICHAIL H. Assessing students' learning in MIS using concept mapping [J].Journal of information systems education,2009,20(4):419-430.
- [24] RICE D C, RYAN J M, SAMSON S. M.Using concept maps to assess student learning in the science classroom: must different methods compete?[J].Journal of research in science teaching,1998,35(10):1103-1127.
- [25] VANIDES J, YIN Y, TOMITA M, et al. Using concept maps in the science classroom.[J].Science scope,2004(28):27-31.

An Empirical Study on Evaluating Primary Mathematics Teachers' Subject Knowledge through Concept Mapping

ZHAO Guoqing, XIONG Yawen

(Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

(下转第128页)

[Abstract] Based on the platform of teacher development in the cloud service environment, this study, taking the training of information-based teaching ability of regional teachers as an example, explore the strategies of improving the training effect and teaching ability of teachers. The specific strategies include: (1) setting up the training concept of network collaboration and cloud service sharing; (2) establishing positive feedback mechanism of experts, resources and community communication; (3) building a cloud service environment to provide supports for the development of teachers' teaching, research, learning and reflection. To gather high-quality training resources in the cloud service can ease the uneven distribution of excellent teachers and create an open and relaxed atmosphere for teachers to learn, communicate and grow. In addition, the positive feedback mechanism based on cloud service can accelerate the process of the positive feedback for teacher professional development, especially the backbone demonstration. As a result, the efficiency of teacher training and the comprehensive strength of regional information-based teaching can be improved.

[Keywords] Teacher Training; Cloud Environment Construction; Positive Feedback; Information-based Teaching Ability

(上接第 115 页)

[Abstract] The evaluation of teachers' subject knowledge is an essential part of teacher evaluation. The evaluation methods represented by classroom observation, task-based interview and standardized tests have some problems, such as fragmented evaluation of knowledge, poor reflecting of internal knowledge structure. This study aims to explore the applicability of using concept mapping to evaluate teachers' subject knowledge. Fifty-seven mathematics teachers from 3 primary schools participated in this study, and their knowledge is evaluated through three types of concept mapping tasks (Fill-in-concept map, Concept mapping based on list of concepts, and Concept mapping based on a focus question). The study finds that: (1) concept mapping is an effective way of evaluating the subject knowledge of primary mathematics teachers. The results show that primary mathematics teachers have problems such as insufficient subject ontology knowledge, serious fragmentation of knowledge, and unreasonable knowledge structure. (2) Compared to "filling-in concept map" and "Concept mapping based on list of concepts", "Concept mapping based on a focus question" is more accurate and more sensitive in evaluating teachers' subject knowledge.

[Keywords] Teacher's Subject Knowledge; Concept Mapping; Evaluation; Primary Mathematics