

从具象操作到抽象思维：幼儿数学认知发展的路径研究

周小平

宜都市姚家店镇红湖幼儿园，湖北宜都，443300；

摘要：幼儿数学思维的发展是一个从具象到抽象的渐进过程。本文基于皮亚杰的认知发展理论和当代数学教育研究成果，以幼儿园数学活动为观察样本，探讨了幼儿从具象操作向抽象思维过渡的内在机制与教学支持策略。研究发现，具象操作是抽象思维发展的基础，认知冲突是推动思维跃迁的关键动力，而语言符号和表征系统则构成了思维上升的支架。幼儿数学教育应遵循“身体体验—符号表征—抽象概念”的发展路径，通过创设问题情境、鼓励多元表征和支持反思性思考，促进幼儿数学思维的深度建构。

关键词：幼儿数学教育；具象操作；抽象思维；认知发展；建构主义

DOI：10.64216/3104-9702.25.05.049

引言

数学思维的抽象性是数学学科的本质特征，幼儿思维的具象性是学前儿童认知发展最基本的特点。怎样搭建起从具象到抽象的桥梁，一直就是幼儿数学教育领域里的关键问题。传统的幼儿数学教学过于重视知识的直接传授，忽略了幼儿思维发展的内在规律，使儿童对数学概念的理解停留在机械记忆的层面。皮亚杰的认知发展理论认为，学前期的儿童处于前运算阶段，他们的思维是自我中心的、不可逆的，必须借助具体的事物和动作来理解抽象的概念^[1]。近些年来，建构主义学习理论在数学教育领域中的应用愈发突出，数学知识不是被动接受的，而是在与环境的互动中主动建构起来的^[2]。这给认识幼儿数学思维发展赋予了新视角。

但是目前的研究大多集中在理论阐述或者静态的发展阶段描述上，对于具象操作如何转化为抽象思维的动态过程缺少深入研究。3-6岁儿童学习与发展指南明确提出，幼儿的数学学习应该在游戏、日常生活中感受数学的有用、有趣^[3]。本文通过研究幼儿数学活动中的一些典型的例子，找到这一转化的内在机制，提出相应的教学支持策略，为幼儿数学教育提供理论基础和操作指导。

1 具象操作：抽象思维发展的认知基础

1.1 身体化认知与数学概念的初始建构

具身认知理论认为，认知过程深深植根于身体与环境的交互作用中^[4]。对幼儿而言，数学概念的理解正是从身体的感知运动经验起步的。在站圈游戏等具象的操

作活动中，儿童通过身体的移动、空间位置的选择来直接感知“属于”和“不属于”的关系，身体化的经验为集合这一抽象概念打下了感性的基础。研究表明，3-6岁幼儿的思维具有明显的动作性和形象性，他们必须借助于操作具体的物体来认识数量关系、空间关系等数学概念^[5]。幼儿用手指点数物体的时候，手指的触摸动作、眼睛的注视顺序和口头数数的协调，就形成了计数概念的具身基础。多感官通道的共同作用，把抽象的数字符号和具体的物理对象联系起来。具象操作既提供感性经验，又让幼儿在动作中感受数学的逻辑关系。当儿童把不同形状的积木分类摆放、按颜色排列珠子、比较物体大小的时候，实际上是在用手部操作来“演算”分类、排序、比较等数学逻辑。这种操作层面的逻辑实践，是内化为心理运算的前提。

1.2 操作性活动中的数学逻辑初体验

皮亚杰强调，逻辑数学知识源于儿童对物体的动作，而不是物体本身^[1]。例如，儿童通过反复的“拿取—放下”“动作理解”加“与”减的可逆关系，通过“配对”操作理解“一一对应”的等价关系。这些动作图式逐渐内化，形成心理表征，最终上升为抽象的数学运算能力。黄瑾和田方在《学前儿童数学学习与发展核心经验》中系统梳理了从“集合与模式”、“数与运算”、“比较与测量”到“几何与空间”四大领域的核心经验^[6]，这些核心经验的获得都离不开丰富的操作性活动。在数学区域活动中，幼儿通过摆弄各类数学操作材料，在自主探索中积累数学经验，逐步建构起对数学概念的理解。因此，丰富而有意义的具象

操作经验,是抽象思维生长不可或缺的“根系”。

2 认知冲突:推动思维跃迁的内在动力

2.1 认知失衡与主动建构

维果茨基的“最近发展区”理论和皮亚杰的“平衡化”理论都指向同一个核心观点,即认知发展的动力来自于现有的认知结构与新经验之间的冲突^[9]。当幼儿遇到‘既穿红色衣服又是女孩’的双重分类条件时,原有的‘单一标准分类’图式无法适配,认知失衡会促使幼儿主动寻找新的解决方案。在这一过程中,儿童不是被动接受“交集”的概念讲解,而是主动调整认知结构,创造性地提出“使两个圈重叠”的方法。这种自主建构的知识有更深入的理解,记忆也更长久。认知冲突是打开由已知到未知、具体到抽象思维之门的钥匙。幼儿数学学习中,认知冲突的产生常常伴随着幼儿原有经验的不适用性,正是这种不适用性促使幼儿重新思考、重新组织已有认知结构,从而促进认知的重构和发展。

2.2 问题情境设计的教学价值

有效的认知冲突要依靠精心设计的问题情境。幼儿数学教育中的问题情境应该具有三个特点,一是以儿童已有经验为基础,保证问题可理解,二是具有适度的挑战性,产生认知张力,三是开放性,允许多种解决途径。单一分类标准到双重分类标准的过渡,就是经典的认知冲突设计。这样设计不是简单重复知识或者过于超前灌输概念,而是处在幼儿“跳一跳”才能达到的发展阶段。在游戏化的数学学习情境中,教师通过创设真实、有趣的问题情境,可以有效地激发幼儿的探究欲望,促使幼儿主动思考。研究表明,适当的认知挑战能激发儿童的元认知能力,促使儿童进行反思性思考,使思维从经验水平上升到理论水平。

3 符号表征:思维抽象化的关键支架

3.1 从动作表征到符号表征的转换

布鲁纳的表征理论把认知发展分为动作表征、映象表征、符号表征三个阶段。幼儿数学学习时这三种表征方式经常交错在一起,一起支持着抽象思维的发展。当儿童从实际站圈游戏过渡到用纸笔画圈记录,再到用文字或者数字符号表达的时候,他们就经历了一个逐步抽象化的过程。符号表征的重要之处在于把瞬时的动作经验转化为可以反思、可以交流的外显形式。儿童在纸上

画出两个交叠在一起的圆圈,不单单是游戏过程的再现,也是对“交集”概念的一种可视化的思考。外部表征反过来又促进内部心理表征的精细化,形成表征和认知的良性循环。语言属于一种重要的符号系统,在此过程中起着关键的作用。幼儿用语言来描述自己的操作过程、分享自己的发现,在表达中加深理解,在交流中建构新知。

3.2 多元表征与概念的深度理解

数学教育研究认为多元表征的价值,即同一个数学概念应该用实物操作、图形表示、语言描述、符号记录等多种表征形式来呈现和理解。幼儿在不同的表征系统之间进行转换的过程,实际上就是对数学概念本质进行多角度的探索。5这个数可以用五个苹果来表示(实物表征),可以用五个点或者五条线来表示(图形表征),可以用“五”字或者数字“5”来表示(符号表征)。当幼儿能在这些表征之间自由转换的时候,对于“五”的理解就不仅仅只是五个苹果,而是抽象的数量概念。黄瑾的研究指出,家庭环境与儿童早期数学认知能力的发展密切相关,这也导致儿童在数符号表征、数的运算等核心能力上存在明显个体差异——而多元表征的教学方式,恰好能适配这种差异,支持不同发展水平的幼儿理解数学概念。教师要给幼儿创造机会,让他们去体验并使用各种各样的表征方式,引导幼儿发现不同的表征之间存在着怎样的联系和差异,促使数学概念从具象向抽象进行深层次的转化。

4 教学支持策略:促进从具象到抽象的转化

4.1 创设真实情境,丰富操作经验

幼儿数学教育要从儿童的生活经验出发,创设真实、有意义的问题情境。游戏化的学习方式不仅可以提高幼儿的参与兴趣,更重要的是它给幼儿提供了大量的具象操作机会。教师应该设计出具有可操作性,并且分层次的数学活动,在充分的动手活动中使幼儿获得感性经验。操作活动不能停留在盲目的摆弄上,而应该引导幼儿有目的地观察和思考。在分类活动中,教师可以问“你是怎样分的?”还可以用什么方法分?引导幼儿关注分类的标准和结果,把无意识的操作变成有意识的数学探索。数学区域活动里教师要为幼儿提供丰富多样的操作材料,让幼儿根据自己的兴趣和能力水平进行自主选择、探索,在操作中发现问题、解决问题,逐步积累数学核心经验。

4.2 制造认知冲突,激发主动建构

教师要善于抓住或者创设认知失衡的时刻。这就需要幼儿的认知发展水平有准确的把握,对数学知识的逻辑结构有深刻的理解。有效的认知冲突应以幼儿的已有经验为起点,挑战其潜在发展水平,最终帮助幼儿主动建构新知。教师在冲突发生时不应立即给出答案,而应该引导幼儿自己去思考、尝试。同伴讨论是解决认知冲突的一种有效途径,不同的幼儿观点碰撞常常会产生创造性的解决办法。教师角色是倾听、观察、提问、引导,而不是直接告知和纠正。教师在幼儿进行分类活动时出现分歧的时候,可以引导幼儿说出各自分类的理由,在讨论中帮助幼儿理解不同的分类标准的合理性,进而加深对分类本质的理解。支持性的教学策略,可以有效地使幼儿从依靠外部操作向内部思维转变。

4.3 支持表征转化,搭建抽象阶梯

教师应该有意识地引导幼儿由动作表征向符号表征过渡。即鼓励幼儿用自己所想的方式(画图、做标记、用手势等)来记录、表达自己的数学思考,然后逐渐过渡到规范的数学符号和语言。符号的引入要建立在充分的具象操作和理解的基础上,不能是机械的符号识记。另外,教师应该创造条件使幼儿在不同的表征之间进行转换,即把搭建的模型画下来,用数字表示看到的物体数量,把这个数学故事演出来等。表征之间进行转换活动,有利于幼儿对数学概念本质的理解,使思维从具体到抽象。在数学活动之后的分享交流环节中,教师要鼓励幼儿用语言描述自己操作的过程和发现,通过表达来整理思维、提升思维,实现从动作经验到语言表征再到符号表征的逐级跃升。

5 结论

幼儿从具象操作到抽象思维的发展,是按照认知规律、需要教育支持的一个渐进的过程。具象操作给抽象思维赋予了感性根基和逻辑经验,认知冲突产生了主动建构的内在驱动力,符号表征构筑起思维上升的阶梯。这三者就组成了幼儿数学认知发展的基本路径。幼儿数学教育的核心不在于教会儿童多少数学知识,而在于支持他们建构数学思维。教师要成为支持者、引导者,创设丰富的情境、适度的挑战、多元的表征机会来促进幼儿数学思维的发展。另外应该尊重幼儿认知发展的个体差异和阶段性特点,不能过早地进行符号化、形式化的训练。

未来的研究可以对数量概念、空间概念、逻辑关系等不同种类的数学概念从具体到抽象的过程进行研究,也可以研究家庭环境、文化背景等因素对这一过程的影响,为更加科学、有效的幼儿数学教育提供实证依据。

参考文献

- [1] 皮亚杰,英海尔德. 儿童心理学[M]. 吴福元,译. 北京:商务印书馆,1980.
- [2] 陈琦,刘儒德. 当代教育心理学[M]. 北京:北京师范大学出版社,2007.
- [3] 中华人民共和国教育部. 3-6岁儿童学习与发展指南[S]. 北京:首都师范大学出版社,2012.
- [4] 叶浩生. 具身认知:认知心理学的新取向[J]. 心理科学进展,2010,18(5):705-710.
- [5] 黄瑾,田方. 学前儿童数学学习与发展核心经验[M]. 南京:南京师范大学出版社,2015.
- [6] 陈琦,刘儒德. 当代教育心理学(第3版)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2019.
- [7] 黄瑾. 家庭与儿童早期数学认知能力发展[J]. 幼儿教育(教育科学版),2006(9):28-31.