

# 基于具身认知理论的数学量感培养研究的 系统性文献综述

陈梦蕾, 王银芝

宁波大学教师教育学院, 浙江 宁波

收稿日期: 2024年6月29日; 录用日期: 2024年7月25日; 发布日期: 2024年8月5日

## 摘 要

具身认知与教育研究和实践关系密切。已有研究发现具身认知对数量感知和数学能力培养具有重要的作用。《义务教育数学课程标准(2022版)》新增量感为义务教育阶段数学核心素养之一, 量感属于数量感知的一部分, 学生量感的形成与具身认知理论概念表征的过程类似, 都需要亲身体验。对具身学习的研究有助于促进核心素养的发展, 但基于具身认知的量感培养尚未有系统的梳理和总结。基于此, 本文借助citespace 2.0以及知网、web of science等大数据平台, 对基于具身认知理论的量感培养的研究进行综述, 发现对具身认知理论的研究热度不减; 研究学段和学科分布广泛, 集中在以教师为主体的教学活动设计和对学生量感的研究; 但已有具身认知的量感培养研究存在偏离。

## 关键词

具身认知, 量感, 研究趋势

# A Systematic Literature Review of Research on the Cultivation of Quantitative Sense in Mathematics Based on Embodied Cognition Theory

Menglei Chen, Yingzhi Wang

College of Teacher Education, Ningbo University, Ningbo Zhejiang

Received: Jun. 29<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jul. 25<sup>th</sup>, 2024; published: Aug. 5<sup>th</sup>, 2024

文章引用: 陈梦蕾, 王银芝. 基于具身认知理论的数学量感培养研究的系统性文献综述[J]. 教育进展, 2024, 14(8): 29-36. DOI: 10.12677/ae.2024.1481368

## Abstract

Embodied cognition is closely related to educational research and practice. It has been found that embodied cognition plays an important role in quantity perception and mathematical ability development. The Compulsory Education Mathematics Curriculum Standards (2022 Edition) newly added quantitative sense as one of the core literacies in mathematics at the compulsory education level, and quantitative sense belongs to a part of quantitative sense, and the formation of students' quantitative sense is similar to the process of conceptual representation in embodied cognition theory, which both require personal experience. Research on embodied learning helps to promote the development of core literacy, but the cultivation of quantitative sense based on embodied cognition has not been systematically sorted out and summarized. Based on this, with the help of CiteSpace 2.0 and big data platforms such as Zhi.com and Web of Science, this paper reviews the research on the development of quantitative sense based on embodied cognition theory and finds that the research on embodied cognition theory has been unceasingly enthusiastic, and that the research is widely distributed in terms of academic segments and disciplines, and focuses on the design of teaching activities with teachers as the main body and the research on the quantitative sense of students; however, there is a deviation in the research of quantitative sense cultivation based on embodied cognition. However, there are deviations from the existing research on the development of quantitative sense of embodied cognition.

## Keywords

Embodied Cognition, Quantitative Sense, Research Trend

Copyright © 2024 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

具身认知是相较于笛卡尔“我思故我在”身心二元论的离身认知提出的第二代认知科学的产物。它认为概念系统与感觉运动系统不是相互独立的,概念的表征由外部知觉、内部状态和动作共同构建。随着具身认知热潮的出现,教育领域开始出现基于具身认知理论的研究。具身认知与教育具有密切关系,研究发现具身认知视角下的数字是携带着原初感知觉信息的符号,关于数量情境的具体体验将会激活各种知觉、情感和动机,并且这些状态至少有一部分被保留下来以参与数量表征[1]。对手指感知与数学能力关系的研究发现手指感知能够促进数量感知的发展,具身认知对数学能力的影响可能通过对数量表征的影响间接产生[2]。因此,具身认知对数量感知和数学能力培养具有重要的作用。《义务教育数学课程标准(2022年)》提出要将学生作为教育的中心,发展学生的核心素养,并且将量感与数感拆分作为单独的核心素养呈现量感。量感是学生数学核心素养中不可缺少的一部分。量感主要是指对事物的可测量属性及其大小关系的直观感知[3],属于数量感知的一部分,学生在具体的情境中利用感知觉对具体的量进行感知之后,形成对具体量的表征,与具身认知理论概念表征的过程类似。由此可见,具身认知在学生量感的培养上具有重要的作用。对具身学习的研究有助于促进教育的发展,培养学生的核心素养。

当前对具身学习的研究越来越多,研究多元化趋势明显,但是主要集中在理论层面,实践层面主要在教学设计方面且研究较少,具身认知与学生数学领域量感的培养具有重要的联系。但基于具身认知的

数学量感培养有哪些研究主题、研究对象及应用尚未有系统的梳理和总结。基于此, 本文试图对基于具身认知的数学量感培养研究进行整合分析, 以了解该领域的研究情景、研究主题、研究对象, 以为数学量感的培养和具身认知在教育领域的研究提供参考。

2. 研究设计

2.1. 研究问题

为了解具身认知理论在数学量感培养方面的研究现状, 本研究以中国知网为主要数据来源, 万方、维普和 web of science 等数据库为辅助, 公开发表的期刊文献进行统计分析, 尝试回答以下问题: ① 具身认知是什么? ② 具身认知在教育领域的研究方向有哪些? ③ 基于具身认知的量感研究进展和趋势有哪些? 本文借助 citespac 2.0 以及知网、web of science 等大数据平台, 对基于具身认知理论的小学数学量感培养的研究进行综述。

2.2. 研究方法

本研究采用系统性文献综述的研究方法。方法学家佩蒂葛诺将文献综述方法分为“叙述性文献综述”(Narrative Reviews)和“系统性文献综述”。其中, 叙述性文献综述又分为两种类型: 一是对文献进行描述的描述式综述; 二是在描述的基础上对文献有所批判的批判性描述式综述[4]。随着大数据时代的迅速发展, 传统的文献综述的主观性弊端日益明显。系统性文献综述是人们借助互联网, 利用数据库和多种检索方式和分析技术, 全面梳理某一领域的研究现状, 对原始研究结果进行客观评价和系统整合以准确掌握某一专题进展, 得出相应结论的文献研究方法[5]。具有准确性、结构性、清晰性等特点。

2.3. 研究步骤

- 本研究遵循系统性文献综述的研究步骤来确定研究文献, 筛选和检索, 主要过程如下:
- 1) 根据研究目标、通过多次预检索检验, “具身认知” and “教学”检索到 1232 篇文献、“学习”检索到 1151 篇文献, 明确检索主题词为“具身认知” and “量感”。
  - 2) 在数据库中输入主题词进行检索, 检索到相关文献 5 篇, 于是将检索主题词扩大为“数学”检索到 167 条文献、“量感”检索到 5 篇文献, 对检索到的文献进行整合, 一共 2555 篇文献
  - 3) 根据研究问题, 设定文献纳入与排除标准(表 1), 评估文献有效性筛选文献, 对文献分析发现基于具身认知的量感的培养研究文献较少, 对 5 篇文献不进行排除直接纳入研究。最后删除重复文献、排除标准 1、2、3、4、5, 最后纳入文献 161 篇。
  - 4) 对剩下的文献进行全文阅读, 二次筛选, 筛选出与研究问题有关的文献, 最终纳入文献 134 篇。文献筛选流程如(图 1)所示。

Table 1. Literature inclusion and exclusion criteria  
表 1. 文献纳入与排除标准

	纳入标准	排除标准
1	全文可获取	全文不可获取
2	近十年核心期刊、学位论文	非近十年、非核心期刊论文
3	基于具身认知的研究	提及具身认知, 但不是研究主题
4	属于教育学科	属于教育学科之外
5	重点在具身认知的应用	没有关于具身认知的应用

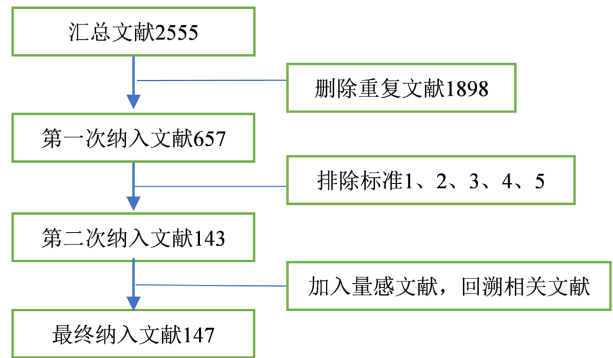


Figure 1. Literature screening process  
图 1. 文献筛选流程

2.4. 研究编码分析方法

根据研究文献的研究主题，本文初步建立了包括研究对象、研究学科背景、研究学段的编码体系(表 2)。

Table 2. Literature coding dimensions  
表 2. 文献编码维度

一级维度	二级维度
研究学科	语文、数学、地理等
研究学段	小学、初中、高中及以上
研究对象	量感、教学设计、活动设计

3. 结果分析

3.1. 研究趋势

从有关具身认知研究的总体趋势看我国对具身认知的研究呈逐年上升趋势(图 2), 2023 年发文量接近 600 篇。从样本文献发表年份看(图 3), 2020 年开始发文量大幅上升, 2022 年达到峰值 49 篇, 2023 年有所下降, 但发文量依然高达 20 篇。

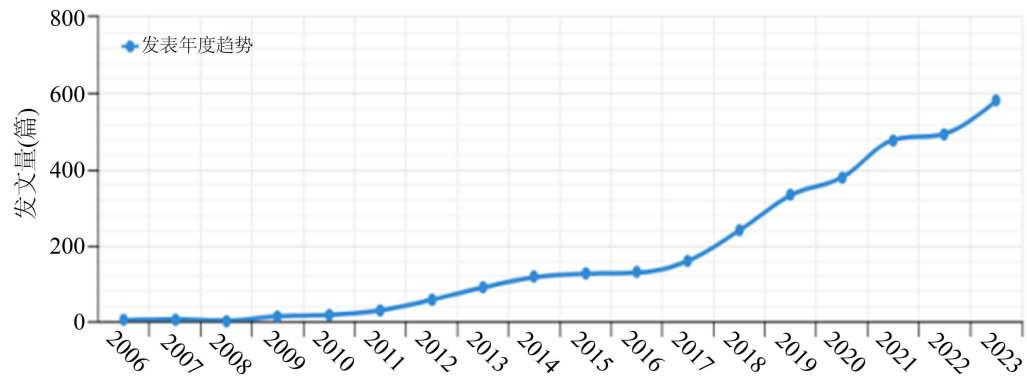


Figure 2. Trends in embodied cognition postings  
图 2. 具身认知发文趋势

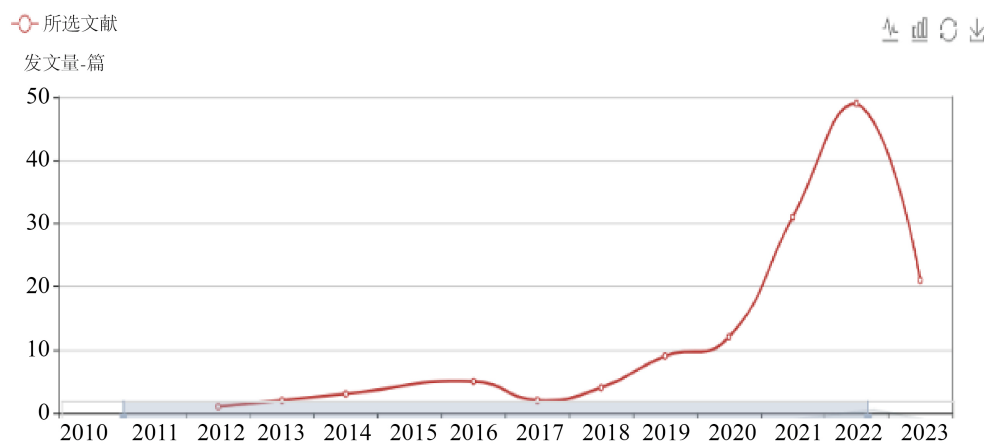


Figure 3. Annual publication statistics of the sample literature

图 3. 样本文献年度发文量统计

### 3.2. 研究情景

进一步分析相关文献的特点, 对文献进行编码统计, 对统计结果分析发现。

#### 3.2.1. 研究学科

从研究学科看, 对具身认知运用学科的研究范围较广, 涉及多个学科领域。其中对数学学科的研究最多( $N = 34$ , 24%), 其次是地理学科( $N = 18$ , 13%), 然后对政治、英语、语文的研究都在 5 篇左右, 占抽取样本总量的 4%, 其余未明确说明研究的具体学科, 主要关注对具身认知理论的研究。

#### 3.2.2. 研究学段

从研究学段来看, 我国具身认知研究的学段分布较广, 小学、初中、高中及以上学段均有涉及, 除未明确说明研究学段的文章( $N = 80$ , 57%), 其中小学研究最多( $N = 32$ , 23%)、其次是高中( $N = 20$ , 14%), 最后是初中( $N = 9$ , 6%), 接下来的研究可继续加强实证研究, 特别是对初中阶段进行研究。

#### 3.2.3. 研究对象

我国对具身认知的理论主要集中在实践运用层面, 对具身认知理论层面的研究较少, 叶浩生对具身认知下的教育走向进行了研究[6], 周俊良对具身认知的含义进行研究。国外学者对具身认知的理论进行了详细的研究和阐释, 并且运用多种实证研究证明了具身认知对人的学习和能力发展的影响。对样本文献分析发现研究中教学设计居首位、其次是学科活动设计, 最后是对量感的研究。

教学设计是指教师在正式上课之前, 掌握教学内容结合自己的理解设计的教学流程, 是教师上课的纲领性文件, 是教师教学思想的直观体现。以学生为中心的教学思想, 强调知识学习是在实际情境中学生通过感官体验逐渐理解记忆最后掌握运用的过程。奚定华老师将数学教学设计定义为: 从数学教学理论出发, 依据教学内容, 选择合适的教学方法, 制定教学计划, 实施计划并评价结果的整个过程[7]。基于具身认知的教学设计就是要设计让学生能够亲身体验的课堂, 帮助学生更好的学习和成长, 因此很多实证研究文章以具身认知视域下的教学设计为研究的主题。本文选取样本中有 21% ( $N = 29$ ) 的文章是对教学设计的研究。

活动设计是指设计一个活动的目标, 预设活动的基本流程和活动内容, 这里的活动指的是学科活动与教学设计类似。基于具身认知的活动设计本质上就是设计让人们亲身体验感受的活动, 帮助理解和感悟学科知识和思想。样本中有 9% ( $N = 12$ ) 的文章研究这个主题。



量感是指对量的感知能力也叫数量感,在 22 版课程标准中对量感有清晰的界定,并且说明了量感在不同内容中的表现。但是从样本文献看对量感或数量感的研究只有 10 篇占总样本的 7%,其中对量感的研究只有五篇,并且都是一线教师的经验,没有研究者对基于具身认知的量感的培养进行系统研究,但是通过对具身认知和量感的整合分析发现,一线教师的研究中非常重视具身认知对量感培养的促进作用,认为具身认知是量感培养不可或缺的条件[8] [9]。之后可对小学数学量感的培养进行系统深刻的研究,深入探讨具身认知在量感培养中的作用机制。

### 3.3. 具身认知的发展历程

具身认知最开始出现在哲学领域,在具身认知产生之前,人们一直接受的是基于身心二元论的离身认知的发展。随着工业革命的发展,人们开始关注身体的作用,离身认知的思想受到挑战。海德格尔认为“人从出生开始,就被嵌入身体、环境、社会和历史,并与整个世界联为一体。”

在心理学领域,具身认知和离身认知在概念产生的观点上可以说是对立关系,1990 年拉卡夫和约翰逊最先提出了具身认知理论,他们认为心智要具有具身性,强调个体与环境的相互作用,并且依赖于人体的感知觉和神经系统[10] [11]。实验心理学家吉布森在 1968 年创设了生态心理学理论,他认为知觉是身体的直接知觉,在认知过程中环境和主体会相互影响,效果会因为生理特征的不同而不同[12]。2004 年意大利帕尔玛大学神经科学中心的教师加勒斯和瑞佐托发现镜像神经元,推动了具身认知的发展[13]。随着具身认知在心理学的不断发展完善,有学者将其运用到教育学领域,阿谢尔提出“全身反应法”学生可以通过身体运动来获取和理解知识[14]。亚利桑那大学提出将视听及其他感官设备应用到学生的学习中。阿里巴巴等人发现运用手势可以帮助学生理解数学知识[15]。Black 认为具身教学是由身体生成直接感知经验,然后通过想象加以维持最终形成认知的,并基于此创建了具身课堂教学框架 IEF (Instructional Embodied Framework)。随着智慧教育的不断发展,具身学习受到广泛的关注和运用。

### 3.4. 基于具身认知理论的量感研究

具身认知强调感官的参与,而数学教学的重要内容就是让学生在具体情境中经历数学问题产生和解决的过程,最终形成对数学知识的认识和理解,并且能够将数学知识运用到实践。只有通过有关量的实践活动,在实践中反复体验,积累具身经验,形成一定的直觉感知判断能力,才可能形成良好的量感[16]。由此可见,具身认知在量感的教学中发挥着重大的作用。对现有的基于具身认知的量感的研究进行分析发现。

已有研究集中在教师的教,邹军基于具身认知的视角提出小学量感培养的基本路径是:营造矛盾冲突场,提供发展基点;强化感知交互,具身体验标准单位;构建问题发生场,理解单位扩充的过程;基于真实情景,反思经历;最后建立单位之间的关联。主要的内容是基于数学量感的知识内容总结经验对教师提出操作性建议[17]。郭惠怡、张程等结合自己的教学经验根据具身认知的理论基础将量感的学习分为了参与式学习、情景化学习、描述式学习三种,认为具身认知教学就是丰富学生的操作体验,并给出了详细的教学示例[18]。张秀梅结合教学实例说明了具身认知在小学生量感培养中的重要作用[19]。卢凤从具身认知的角度解释了手指对数学学习的作用[20]。但是尚未有研究关注具身认知在学生方面的影响,现有对具身认知对量感培养影响的研究,存在理论研究与实践研究脱节的现象,在知网上分别以“具身认知”和“量感”为主题词进行检索有大量研究,但是将两个主题词合并检索发现未有学者探究具身认知与量感培养背后的联系,具身认知、量感像是两条互相平行的河流从未交织。

## 4. 基于具身认知理论的量感教学实践

基于以上分析,本研究以人教版小学三年级上册《认识周长》为例,以具身认知理论为基础设计教

学方案,通过教学实践探讨具身认知在学生学习方面的影响。充分分析学生的学习特点发现,小学三年级学生的抽象思维和逻辑思维能力处于萌芽阶段,他们开始学会与同学合作,对活动表现出浓厚的兴趣。因此在对周长的教学时以直观形象为主,首先,设计小胖参加运动会需要练习跑步的情景引入教学,用PPT动态呈现半圈、一圈的跑步轨迹,然后提出问题:“怎么样才算跑完一圈?”,引发学生对一圈的思考,初步体会一圈就是操场的一周,学生在操作中用眼睛感知了物体周长的特征;其次,给学生没人分发树叶,让学生自己找一找,摸一摸,再画一画,最后与同桌说一说,通过手具身感受叶子的一周,然后再纸上画下叶子的一周,也就对叶子的周长进行了抽象,然后利用与同桌说一说的活动,帮助学生进一步理解周长的概念。再次,再教学设计中除了教材已经呈现的内容,还设计了让学生上讲台当小老师的活动,让学生自己寻找一样事物介绍它的周长,学生掌握实际物体的周长之后,教师适时引导学生介绍平面图形的周长,帮助学生理解周长的含义;最后,设计量一量和测一测的活动,让学生以小组为单位实际测量操场和教室的周长,并且以报告的形式进行汇报,让学生走出课堂,用自己的身体活动充分体会周长的含义,同时也可以促进学生抽象能力和小组合作能力的发展。课后对学生作业进行分析发现,相较于未通过多种活动体验周长含义的学生,他们对周长的理解深刻,能够解答难度较高的问题,并且正确率较高。后续教师在教学时可多增加实践操作环节,让学生的身心都参与学习,充分发挥具身学习对学生认知的推动作用。

## 5. 结论与建议

本研究对基于认知理论对学科教学、量感影响的研究进行分析,研究结论如下:1)对具身认知理论的研究热度不减。2)研究学段和学科分布广泛,对数学研究最多。3)在研究主题上,研究分为对具身认知的理论研究和实践研究两个部分,实践研究集中在以教师为主体的教学设计、活动设计 and 对学生量感的研究。4)具身认知最初是哲学领域相对于身心二元论提出的,后来逐渐成为心理学和教育学的研究热点。5)随着数学核心素养中量感的提出,具身认知在量感培养中具有重要的作用,但已有研究存在偏离。基于此,提出基于具身认知理论对量感研究的若干建议。

### 5.1. 注重研究主体的多元性

本研究发现,虽然具身认知的主体应该是学生,但是很少有研究基于学生的视角进行研究,大多数研究都是基于具身认知的理论特点结合实践探究教师在教育教学中的具体的操作方法。学生是学习的主体,具身教学的目的是让学生在实际的情境中调动多种感官帮助理解知识,形成对知识的表征。特别是在量感的培养中,学生需要经历对实际量的感知,通过不断的对比感知建立对量的抽象概念。具身认知理论下学生通过亲身经历知识发生发展的过程,调动感官帮助学习理解,教师在学习中的作用类似于协助者。已有大量对教师教学方法的研究,但是从学生视角研究具身认知的运用,有利于为学生提供更适宜的学习场景资源,后续研究可从学生学习的视角或者社会等视角切入。

### 5.2. 注重理论与实践的结合

由前文可知,量感的教学与具身认知的观点具有很多相似性,基于具身认知培养量感在实践中被证实具有很强的可操作性,很多教师结合自己的教学经验给出了实践性建议。专家学者们也对具身认知和量感进行了很多理论上的研究和解释,但是在教育学领域很少有研究者将理论与实践结合探究其背后的逻辑经验,量感和具身认知的研究存在割裂现象。后续研究可以将理论与实践相结合,进行实验研究和验证研究,例如,具身认知理论认为身体的感知在儿童对概念和认知的构建中发挥着不可替代的作用,教师在教学时不仅可以通过具身认知指导自己的教学实践,还可以设计对照实验,探究具身认知对学生

学习是否具有有效影响, 对学生各个环节的影响效果; 其次, 教师在日常教学中除了要让学生在教师中拥有身心共同学习的机会, 还要走出教室让学生课堂, 到体育场、科技馆、展览馆等地方, 让学生身心充分参与学习, 理解和掌握知识及其内涵。例如, 本研究在《认识周长》的教学实践中先让学生通过 PPT 的动图来理解周长的概念, 在学生初步理解周长的概念之后又设计让学生自己去操场上测量周长的小组活动, 通过这样的活动调动学生的多感官参与学习, 不仅帮助学生理解周长的概念也促进了学生抽象能力和空间观念的发展, 对学生数学能力的发展有着重要意义。最后, 还可以组织基于具身认知的教学研讨小组, 探索具身认知在量感培养中的有效设计和可操作的方法经验, 为教师教育教学实践提供参考, 将束之高阁的理论运用于指导实践。

### 5.3. 理清脉络, 重视理论指引

基于具身认知理论的量感培养实践研究, 不仅需要深入研究量感在实践中表现形式和培养方法, 还要基于课标剖析量感的理论内涵, 重视理论对实践的指导意义, 无论是课标还是教学参考用书都在内容要求和教学提示部分对量感教学进行了充分解读, 教师应该重视课标和教学参考用书对教学的指导作用, 多参加教学研讨, 理解量感的概念掌握教学的方法, 在充分理解量感理论意义和知识脉络的前提下引导学生进行量感学习, 扮演好学生学习的指导者角色。

### 参考文献

- [1] 杨雅琳, 杨伟星, 等. 从数量表征到数表征: 具身认知视角下的人类数能力获得[J]. 心理科学, 2018, 41(1): 91-97.
- [2] Carmen, S. (2024) Embodied Learning in a Virtual Mathematics Classroom: An Example Lesson. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **55**, 1084-1095. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2197906>
- [3] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育数学课程标准[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [4] Petticrew, M. (2001) Systematic Reviews from Astronomy to Zoology: Myths and Misconceptions. *BMJ*, **322**, 98-101. <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7278.98>
- [5] 黄甫全, 游景如, 等. 系统性文献综述法: 案例、步骤与价值[J]. 电化教育研究, 2017, 38(11): 11-18+25.
- [6] 叶浩生. 具身心智与具身的教育[J]. 教育研究, 2023, 44(3): 32-41.
- [7] 奚定华. 数学教学设计[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001: 1.
- [8] 梁培斌. 浅谈培养小学生量感的有效策略[J]. 江苏教育研究, 2019(13): 58-61.
- [9] 郭惠怡. 基于具身认知理论的量感培养[J]. 小学教学(数学版), 2023(1): 17-19.
- [10] 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.
- [11] 叶浩生. 身心二元论的困境与具身认知研究的兴起[J]. 心理科学, 2011, 34(4): 999-1005.
- [12] Gibson, J.J. (1968) *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Allen & Unwin Press.
- [13] Rizzolatti, G. and Craighero, L. (2004) The Mirror-Neuron System. *Annual Review of Neuroscience*, **27**, 169-192. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230>
- [14] Asher, J. (1993) *Learning Another Language through Actions*. Sky Oaks Productions, Inc., 35.
- [15] Alibali, M.W. and Nathan, M.J. (2012) Embodiment in Mathematics Teaching and Learning: Evidence from Learners' and Teachers' Gestures. *Journal of the Learning Sciences*, **21**, 247-286. <https://doi.org/10.1080/10508406.2011.611446>
- [16] 邵光华, 姜梦凡, 等. 新课标视角下的量感及其培养[J]. 课程·教材·教法, 2023, 43(5): 95-101.
- [17] 邹伟, 聂艳军. 具身认知视域下量感的发展路径[J]. 教学月刊小学版(数学), 2023(5): 36-39.
- [18] 张程. 具身认知视角下小学数学量感可视化教学策略[J]. 小学数学教育, 2023(Z1): 26-27.
- [19] 张秀梅. 基于“具身认知”的小学数学量感可视化教学策略[J]. 数学学习与研究, 2023(36): 59-61.
- [20] 卢凤, 黄晶, 等. 从具身认知看手指在早期数学教学中的作用与启示[J]. 数学教育学报, 2023, 31(1): 55-58.