

多元表征学习：培养学生量感的有效范式

文 | 黄剑峰

摘 要：《义务教育数学课程标准（2011年版）》没有将量感作为核心概念单独提出，一线教学对量感培养的研究一直处于被忽视的状态。而对量感的培养有助于学生提高和完善数学核心素养、问题解决能力和估测能力。“多元表征学习”有多样性、可视性，思维的层次性、多元性等特点，十分适合抽象的“计量单位”的教学，有利于学生量感的培养。

关键词：量感；核心素养；多元表征；小学数学

作者简介：黄剑峰，江苏省常州市新北区安家中心小学教师

中图分类号：G623.56

量感是人们在实际生活中重要的、不可或缺的一种关键能力和核心素养。《义务教育数学课程标准（2011年版）》中将量感作为数感的一个方面，弱化了量感的重要性，这导致许多教师在教学中对学生量感的培养还处于原生态和无意识状态。2022年课标修订将量感列为核心概念，这说明相关部门已经意识到量感培育对人发展的重要意义，因此对量感培育的实践和研究已经迫在眉睫。笔者结合自己的研究，对量感的内涵、培养价值与现状及“多元表征学习”对量感培养的有效性进行了初步的探究。

一、是什么：“量感”的内涵

《义务教育数学课程标准（2011年版）》中对数感的定义：“数感主要是指关于数与数量、数量关系、运算结果估计等方面的感悟。”其中数量是指事物的多少，而对于“数量的感悟”其实就是量感。课标把量感作为数感培养的一个部分，没有明确界定量感的概念和内涵，但至少说明培养量感十分重

要且和数感的养成是相互关联、密不可分的。量感是人们生活实践中重要的、不可或缺的一种关键能力和核心素养，需要重点培养。而我国小学阶段数学教学涉及量感培育的主要内容是对货币、长度、面积、体积、时间、质量、角度等量的认识和感悟。也有学者认为量感是指学生不使用测量工具对某个量的大小进行推断，或推断用某个单位表示的量与哪个实际物体的大小吻合的一种感觉。^[1]

综上所述，量感的内涵至少应包含以下两个方面：①对事物多少的一种直觉，如一眼看出操场上大约有多少人在活动，一把黄豆大概有几颗等，这种量感与数量的单位基本无关，更侧重于对数的直觉。②对表示物体或图形某方面属性的物理量的感悟，如长度、面积、质量等，也包括在此基础上进行的“估量”和量值对应。如认识了1米的长度，能估量人的身高，教室的长宽高，或者知道80千克对应的是成人的体重而非成年大象的体重等。这种量感首先要对计量单位建立清晰的感悟，然后通过单位叠加、数量迭代等方式对物体或图形的属性建

立整体的量感。简而言之，量感的建立主要体现在对名数的运用，对于表示非物理属性的名数，侧重于数感一些；对于表示物理属性的名数，更注重对计量单位的感悟，这也是小学数学教学中培养量感的重点和难点。

二、为什么：量感培养的价值与现状

（一）量感培养的价值

量感和数感一样，是一种需要经过长期训练、反复修正才能培养出来的对人们的生活实践十分重要的关键能力和核心素养，它与人们的生活息息相关，而且对建筑、美术、音乐、雕塑、科研等相关领域的学习工作有着深远的影响。量感的培养，有助于学生理解量的概念、体会量的大小，加强对数量的感知，促进空间观念的发展，同时也可以提高学生的估算、估测及解决实际问题的能力。

（二）量感培养的现状

目前，日本、新加坡等一些国家的数学课程标准对学生量感的培养十分重视，我国近年也开始重视量感的培养研究。但对大多数教师而言，“量感”这个词还是陌生、新鲜的，平时在测量或计量单位相关课程的教学时，虽然也做着培养学生量感的工作，但都是无意识的，目的更侧重于解题及应试上。学生对不同计量单位的感悟程度也不尽相同，如学生对长度的量感要优于质量的量感，对贴近生活实际的小单位的量感要高于一些大单位的量感等。但总体而言，学生的量感水平比较低，他们熟练掌握的是单位化聚、名数转换等技巧，对单位量的感悟，对估测物体的大小、长短、轻重、快慢等及用合适的名数表示的实际应用能力相对较弱。因此，将学生量感的培养提升到关键能力和核心素养的高度，进行系统的、结构化的教学和培养，从重“技”转向重“感”，已经到了刻不容缓的地步。

三、怎么办：运用“多元表征学习”培养学生的量感

数学多元表征能够具体形象地凸显数学学习对象的多元属性，能帮助学生进行表征间的联系与转变，拓宽和加深数学理解，发展学生头脑中更完善的数学结构。计量单位对于小学生来说是比较抽象的知识，难以直观记忆和理解。多元表征学习通过感知的多样性、可视性，思考的多元性、层次性，促进学生的数学理解，形成立体的知识结构，培养学生的量感。

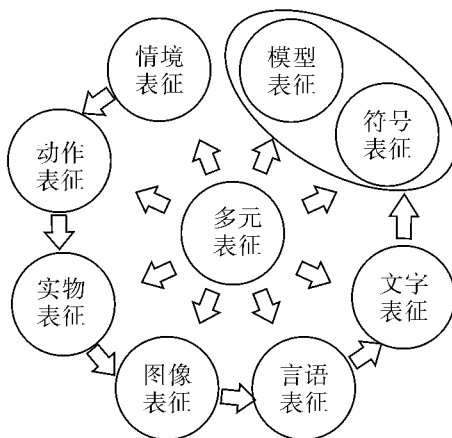


图1 多元表征类型分析

（一）多元表征学习促进学生多通道感知，有利于量感的培养

“见多”才能“识广”，学习对象信息素材的获取和感知是否单一，是否抽象，直接影响学生对知识的认知是否全面充分，思维是否多元深刻，表达是否灵活创新。所以教师在组织课堂教学时，学习材料的选取要注重形式的多样性、表征的多元性、呈现的层次性，尽量为学生构建多通道、立体的感知场景，丰富学生对计量单位概念的理解，以培养学生量感。比如在苏教版《数学》三年级下册重量单位“吨的认识”教学中，基于“多元表征学习”的理念，笔者设计了以下教学活动。

1. 课前体验

活动一：了解自己的体重是多少千克，父母的体重是多少千克，尝试抱起爸爸、妈妈。

活动二：了解一袋大米重多少千克，拎起一袋大米。

活动三：自己尝试抬起汽车，和爸爸妈妈等多人合作抬起汽车，是否能完成任务？

把以上实验中的感受写在纸上，准备课上交流。

2. 课堂建构

活动一：四人小组轮流用双手掂一掂1粒花生和1千克瓶装矿泉水的重量。

活动二：四人小组轮流抱一抱10千克的袋装大米，坚持5秒，互相说说感觉。

活动三：请班级中力气最大的“大力士”上讲台，先说抱1袋大米（10千克）什么感觉（很轻松），再尝试抱2袋（比较吃力），再尝试抱3袋（非常重），抱4袋（完全抱不动）。想象一下，100袋这样的大米就是1000千克，是1吨（图片出示），是4袋大米重量的25倍（想象“大力士”手中捧着的大米长高25倍），由此感悟1吨是很重的。

活动四：四人小组轮流抱一桶纯净水（20千克），互相说说感觉，再算一算1吨大约是多少桶这样的纯净水（图片出示50桶，看图想象实际物体）。

活动五：互相抱一抱组员，先估测体重，再验证，然后算一算大概多少个某某的体重相当于1吨。教师小结指出，我们班30多名同学的体重合起来，才差不多1吨。（请33名学生站起来，大家看一看，再想一想1吨有多重）

活动后学生汇报课前抬小汽车的体验，教师提示学生，一辆小汽车的质量是1吨多，五六个成人很难抬起来，需要起重机才能搬得动。

3. 课后巩固拓展

活动一：学生了解父母的体重，算算几个爸爸（妈妈）的体重相当于1吨；把家人的体重都加起来，算一算大概几个家庭的体重合起来差不多1吨。

活动二：让学生再去抬一抬汽车，整体感知1吨的重量。

活动三：调查生活中哪些物体的质量适合用“吨”作单位。

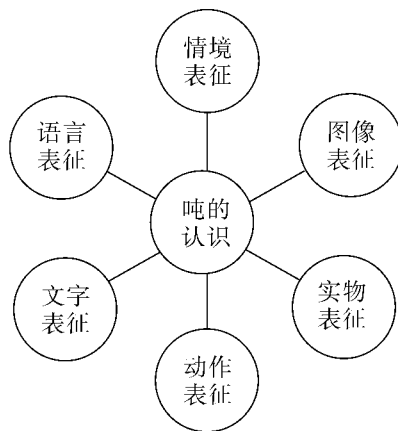


图2 “吨的认识”多元表征通道分析

1吨对于三年级学生来说，是一个很大的重量概念，它难以通过直观的手段感知。教材提供的图片和场景，离学生的实际生活经验较远，且感知的途径不够丰富，难以有效激发学生的学习兴趣。本教学设计基于多元表征理念，素材丰富多样，袋装大米、桶装纯净水、孩子的体重、父母的体重、汽车的质量等都成为学生认知1吨的素材（实物表征），尽可能地使学生对1吨的感悟多元化、具体化，然后通过类比表征、合情推理获得对1吨概念的清晰感悟、表征多元化，有抱大米、抱水、抱人、抬汽车（情境表征、动作表征），有算一算（文字表征、符号表征），看一看（图像表征），说一说（言语表征）等，体验过程从直观到抽象，由外在表征转化为内在表征。层次立体，整个教学活动分为课前体验、课中建构和课后拓展三个层次，量感培养立体化。课堂教学又分为五个层次，第一、第二层次建构1吨的概念。研究表明，学生对“小数字+大单位的名数”的量感要优于“大数字+小单位的名数”。利用1千克的物体来想象1吨的质量，不利于学生形成量感；教材上100千克的袋装大米生活中并不常见，学生也难以搬动，不便操作。因此

选用 10 千克的袋装大米作为标准量帮助学生感知 1 吨，建立 100 袋这样的大米重 1000 千克是 1 吨的等量关系，此种方式更贴近生活实际，也更利于学生感悟。第三、第四、第五层次分别将这个“标准量”逐渐增大为 20 千克（一桶纯净水）、30 千克（一名小朋友）、1 吨（一辆汽车），使学生对 1 吨的感知多元化、层次化、具体化，也感悟单位量和数字之间的密切关系，有利于学生清晰地建立 1 吨的量感。

教材呈现的内容是高度浓缩、抽象的，对学生的学学习不够友好。教师的教学活动就是要营造学生乐于参与、富有动感、容易理解的熟悉情境，通过实物、图像、动作、言语、推理等表征形式，结合学生已有的认知经验，让学习过程变得熟悉、亲切、可感、有温度，有利于调动学生眼、耳、手、脑等多通道感知操作，为学生量感的培养营造感知和思维的温床。

（二）多元表征学习促发学生多维度思考，有利于量感的培养

把学习过程比作一个化学反应过程，多通道感知得到的素材就好比是各种原材料，而多维度思考就是各种原材料之间发生的化学反应，掌握的知识和方法就是生成的产品。卡普特的大量研究表明，多元外在表征之所以在数学学习中扮演着重要角色，主要是因为多元外在表征具有可视性或视觉化的特点，学习者经过视觉化的过程，并与学习者原有的心智表征产生交互作用，进而生成新的结构或连接旧的结构，以整合成一个较大的知识网络结构。学习者在表征系统内的转换，是深刻影响学习者建构数学内在表征的网络或深度理解数学的主要因素。^[2]多元的感知通道为学生在学习过程中激发多维度思考提供了可能，有利于建构整体的知识网络结构，形成量感。现以“吨的认识”教学过程为例。

在课前体验环节中，学生在认知 1 千克的基础上，通过在具体情境中的动手操作，感知大质量物

体的重量，感知一袋大米（10 千克）的重量；爸爸妈妈都很重，小学生抱不动；汽车太重了，小学生抬不动，四五个成人也抬不起来等具体的感知经验，当他把这些感受用文字记录下来时，会自觉地将这些具身感受在大脑中和对应的数量建立匹配关系，从而将外在表征转化为内在表征，建立单位量感，为课堂建构“吨”的认知做好扎实的铺垫。

课堂教学环节中，掂量约 1 克重的花生和 1 千克重的瓶装矿泉水，既是为了再次巩固克和千克的量感，在比较中感知 1000 倍的重量差，为认识千克和吨的关系埋下伏笔，也是为了让学生对质量单位形成整体的认知结构，培养量感。四人小组拎 10 千克大米并保持 5 秒，目的是建立 10 千克的标准量感，这与 1000 千克的量感差缩小到了百分之一，由于教具准备和课堂时间的关系，不可能每个学生都体验抱三四袋大米的感觉，因此，这个 10 千克的量感经验就成为他们与“大力士”抱三四袋大米时“共情”的依据。学生在观察、加油的过程中会进行合情推理，感同身受地思考，40 千克的大米“大力士”就抱不动了，爸爸重 80 千克，难怪抱不动；汽车估计有 1000 多千克。在抱桶装纯净水（20 千克）时会比较，10 千克大米拎起来不太费力，100 袋是 1 吨。而 20 千克一桶的纯净水搬起来感觉就很费力了，50 桶就是 1 吨。然后，学生看着多媒体课件显示的 50 桶纯净水的图片感悟 1 吨的量感。在估测组员体重的时候，学生会以自身的体重和桶装纯净水的重量作为参照物，估测时就能做到有依据、有方法、有思考，当看到 33 名同学（大半个教室的同学）站起来时，学生对 1 吨的感知进一步具体化。在用眼看、动手做的同时，教师还要引导学生用嘴说，把自己的体验、感受和理解交流分享，其实这就是学生大脑中进行表征转换和表征互译的过程，也是学生将各种表征内化为心理认知的思维过程，更是将所知所感整合成立体的、网状的知识结构的过程。

（下转第 53 页）

(2017年版) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2018.

[2] BROWN J S, COLLINS A. Situated Cognition and the Culture of Learning [J]. Educational Researcher, 1989 (1): 32-42.

[3] Robert A. Wilson & Frank C Keil. The MIT Encyclopedia of the Cognitive Science [M]. Cambridge, MA: The MIT Press, 1999.

[4] 王文静. 理解实践: 活动与情境的观点 [J]. 全球教育展望, 2001 (5): 48-53.

[5] 葛岳静, 张健. 大学生学习状况的分析与思考 [J]. 中国大学教学, 2002 (5): 34-35.

[6] 钟志贤, 刘春燕. 论学习环境设计中的任务、情境与问题概念 [J]. 电化教育研究, 2006 (3): 16-21.

[7] 哈贝马斯. 后形而上学思想 [M]. 南京: 南京译林出版社, 2001.

[8] 同 [5].

[9] 库伯. 体验学习: 体验为学习与发展的源泉 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2008.

[10] 吴欣歆. 语文学科核心素养: 语文课程目标的统整与重构 [J]. 语文教学通讯, 2018 (16): 20-24.

[11] 杜声锋. 拉康结构主义精神分析学 [M]. 台北: 台湾远流出版公司, 1988.

[12] 高天虹, 魏智芳. 奥苏贝尔“有意义言语学习理论”对课堂教学改革的启示 [J]. 中国电力教育, 2007 (7): 65-67.

[13] 《语文建设》编辑部. 语文学习任务群的“是”与“非”: 北京师范大学王宁教授访谈 [J]. 语文建设, 2019 (1): 4-7.

(上接第 38 页)

家庭作业再次要求学生抱一抱家人, 抬一抬汽车, 是为了让学生经历从“课前的模糊体验—课中的多元认知—课后的清晰建构”的完整过程, 形成对吨的量感。

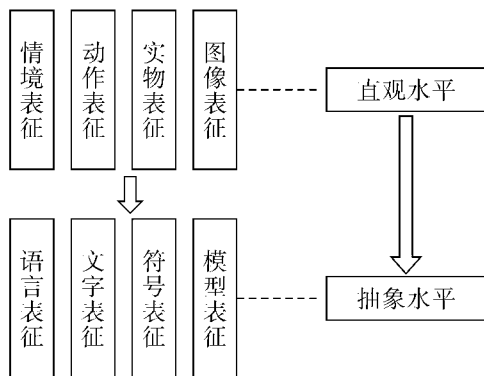


图3 多元表征思维层次

多元表征的背后便是多元思维, 多元表征的多样性使学生的思维空间更广阔, 多元表征的层次性使学生的思维程度更深刻, 多元表征的转换和互译

使学生的思维更灵活创新。通过多元表征, 学生会了更清晰、更全面、更深入、更灵活、更合理地思考, 逐步提升思维品质, 掌握结构化的学习方法。

量感是人们生活学习必备的一种关键能力和核心素养, 量感的建立并非一朝一夕之功, 它需要反复修正。多元表征素材呈现的多样性和数学思维的多元性、层次性构成了数学知识的立体网络结构; 表征转换或表征互译构成了数学学习中逻辑思维与非逻辑思维的互补; 这些都能促进学生进行数学理解、意义建构、数学思维和实践应用, 使学生量感的培养事半功倍。

参考文献:

[1] 周国蓉. 6 年级学生量感现状调查与分析 [D]. 重庆: 西南大学, 2014.

[2] 唐建岚. 数学多元表征学习及教学 [M]. 南京: 南京师范大学出版社, 2009.