

跨越多个层级，否则学生会感到焦虑和厌倦，容易失去学习的乐趣。把概念学习比作登山，学生结绳而行，老师助力攀登，不忘适时停顿休养，那跟上节奏的是大多数学生，放弃的是极个别。

今天的科学教育从关注概念数量转向关注概念质量，在提升学生概念水平的同时，实现促进学生求知欲、思维技巧和学习信念的同步提升。实践表明，学习进程研究有助

于提升教学干预的质效，通过提供概念发展线索促进课程与教学的转变，能更有针对性地发展儿童科学素养。然而，这项研究尚处于起步阶段，参与的人员有限，研究的概念尚不多，国外可借鉴的还不多，建议在更多地区普及推广这项研究，以概念学习进程深化课程改革、标准制定和教材建设，以改变当前的课程开发和课堂教学深深浅浅、高高低低的分散而低效的面貌。■

基于“力的作用与运动”学习进程研究的教学实践

文_吴肖旻 / 上海市静安区教育学院 王 蓓 / 江苏汉博教育培训中心

美国国家研究理事会（NRC）2001 年发表研究报告《知道学生所知道》^[1]，这份报告呼吁了人们对学习进程的重视，随后各类研究者开始就各领域的学习进程进行研究，其中“力的作用与运动”是儿童科学学习过程中的一个重要内容，直指科学教育的大概念。但是不同地区的学生对于力的作用与运动这一学习进程可能存在差异，为了更好改进儿童的科学课堂教学及解决教师对于教学难度的困惑，上海市静安区在 Alonzo 和 Steedle 等学者的研究^[2]基础上通过实证研究的方法，找到并验证适合本土的儿童关于力的作用与运动的学习进程，并用于改进课堂教学，也取得了一定的成效。

◎ 建立力的作用与运动学习进程

上海市静安区教育学院联合静安区部分试点校参与了力的作用与运动概念学习进程的研究。通过研究国外相关文献、整理现有教材的相关内容，并结合一线教师的教学经验及分析对学生的访谈结果，建立了儿童关于力的作用与运动的学习进程假设，并通过实证研究进行验证并修改，最终形成了力的作用与运动学习进程，如图 1 所示。

水平 0：偏离的想法。

水平 1：学生把力理解为力气，是由生物内部产生的，比如推、拉等动作，力是物体的一个内部特征，与物体的重量有关。力可以影响运动，也可以不影响运动。

水平 2：学生能认识到力可以由生物或非生物产生，不一定来自物体内部。物体的运动表示有一个与物体运动同方向的力作用在物体上，没有运动，就表示没有力的作用。力使物体产生同方向的运动。但不能意识到一些不接

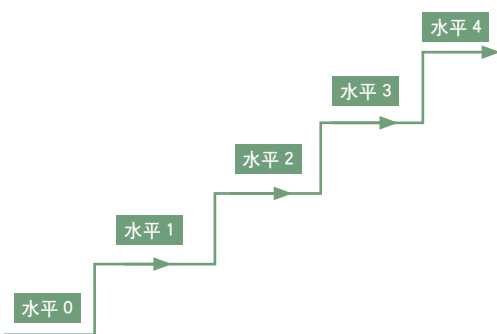


图1 “力的作用与运动”学习进程

触的力（如重力、磁力）对物体的影响。

水平3：学生能认识到力可以使物体从静止到运动，或者从运动到静止，同时也认识到力可以改变物体运动的速度和方向。学生认为物体运动的速度与在其运动方向上的非零合力成正比。

水平4：学生能理解作用在一个物体上的力与其产生的加速度（速度和方向的变化）成正比，而且这个力不一定在物体运动的方向上。 $F=ma$

进程还可以从“是否有力作用”和“物体是否在运动”分成“有力”、“没有力”、“有运动”及“没有运动”4个维度，4个维度各水平的具体描述见表1。

通过对374名小学生、1050名中学生进行问卷调查，发现4—8年级学生总体上对力和运



动的理解随年级增长而提高，4—7年级学生的平均理解水平处于2—3之间，8年级学生平均处于水平3以上，如图2所示。

◎ 依据力的作用与运动学习进程进行的课程改进

儿童建立对科学概念正确理解的过程，是从错误概念到正确概念，或从含糊不清到正确理解。概念转变是概念建构的必经过程，其中也体现了儿童科学学习进程的爬梯式模型。而这一进程恰恰是很多一线教师所不清楚的，于是他们常常会疑惑，对于某个科学概念，究竟应该在什么时段教到什么程度。面对这样的疑惑，通常教师都会按照教学大纲上提出的要求来进行教学。学习进程为广大教师提供了一个新的思路，从学生对于概念理解的发展路径出发，了解每个阶段学生对于概念的理解水平，教学就是为让学生从低水平向高水平发展。

◎ 学习进程在幼儿园中的教学实践

通过对幼儿园学生的访谈发现，学生对于“力的作用和运动”有很多错误概念，出现偏离概念的情况十分普遍，比如在幼儿园小班的访谈中就皮球高高抛起，最终落下这一现象，学生有很多种神奇的想法，有的学生说因为皮球没有翅膀；有的学生说因为没有东西支撑；还有的学生说因为没有接住。这说明他们处于学习进程的水平0级，即存在偏离的想法。课题组与上海静安地区的常熟幼儿园合作，将教学目标定在初步让幼儿园的学生意识到力可以使物体运动，让学生对力与运动建立起初步的联系，即从水平0向水平1发展。通过力的作用与运动学习进程研究成果，对他们幼儿园现有的一些校本课程进行改进，设计了一节课程。

课程：滚来滚去

适用年级：幼儿园小班

教学材料：PPT《快乐的轮胎》、收集生活中各种滚动的材料（玻璃胶带、笔、圆柱的积木、球、各种罐子、卷筒纸芯等）、搭坡的板、积木。

主要过程

- ◆ 故事引入——快乐的轮胎。教师提问：许多小动物都想有一个和轮胎一样会滚动的东西，你们还有哪些东西会滚动呢？
- ◆ 探究一——让各种材料滚动起来的方法。

表 1 力的作用与运动学习进程各维度具体描述

水平	有力	没有力	有运动	没有运动
0	偏离的想法			
1	如果一个力作用在物体上，物体就会运动，除非这个物体是固定的或太重	没有摩擦力物体就会打滑，不能运动或者失控乱跑。如果没有力作用在物体上，物体会减速前进	运动中的物体不受力的影响	一个物体没有产生运动，是受物体自身因素影响（如物体太重或是固定的等），不受任何力的影响
2	如果一个力作用在物体上，物体就会运动，运动的方向与力的方向相同	如果没有力作用在物体上，物体会立即停止运动	运动中的物体是受使物体开始运动的力作用，运动的方向和力的方向一致	一个物体没有产生运动，是因为没有受到力的作用
3	如果作用在物体上的合力不为零，物体将保持匀速运动。恒定的力导致恒定的运动速度	如果物体受到的合力为零，物体会减速，直至停止运动	如果物体做匀速运动，则受到的合力不为零。如果一个物体做减速运动，则合力为零	(1) 只认识到静止物体所受的一个力作用 (2) 认识到静止物体所受到的多个力，但认识不到这些力的关系 (3) 认识到物体静止是因为所受到的力相互平衡，但不知道力有哪些，知道作用力和反作用力
4	如果作用在物体上的合力不为零，物体会做加速运动。恒定的力导致恒定的加速度	如果物体受到的合力为零，物体会做匀速运动	如果一个物体在做加速运动，则受到的合力不为零；如果一个物体在做匀速运动，则受到的合力为零	如果一个物体没有产生运动，则受到的所有力都相互平衡，合力为零

通过操作探究，让学生得出结论：用力推、踢、撞动这些圆圆的东西，它们就会向前滚动起来。

◆ 探究二——让圆圆的东西自己滚动的方法。通过操作探究，让学生得出结论：有了斜坡能让圆圆的东西滚动下来。

◆ 活动延伸——生活中的滚动，如滚皮球、滚圈圈游戏。

该课目标是让学生在故事情境中，尝试让圆圆的物体滚动起来，初步感知滚动的原因，形成“如果一个力作用在物体上，物体就会运动”的水平 1 级概念。探究一是让学生尝试让圆圆的物体滚动起来，探究二是让学生尝试不用手去碰，也让圆圆的物体滚动起来的方法。学生通过搭建斜坡，发现也能让圆圆的物体滚动。活动架构由浅入深、层层推进，使孩子在操作、观察中逐渐体会力与运动是有联系的。

🕒 学习进程在小学中的教学实践

小学的教学内容中已经涉及部分诸如重力、摩擦力、力的作用效果之类的内容。研究发现

对于力的作用与运动这一内容，学生正处于水平 2—3 级，对力的作用和运用有了一些理解，但仍存在错误或不全面的前概念。最大的困难就是许多之前通过各种途径留在他们脑中的前概念很难被彻底改变，学生对一些抽象的描述理解不深，还是需要依靠一些实际现象来纠正学生的一些错误前概念。研究发现，4 年级学生对于摩擦力的理解停留在“没有摩擦力的情况下，原本运动着的物体就会打滑，不能运动或

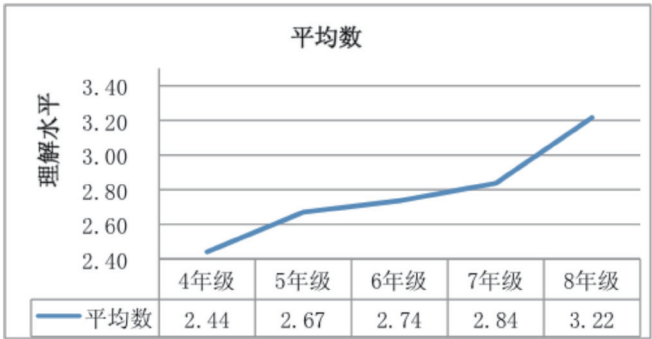


图 2 4—8 年级学生“力和运动”概念理解水平



速度慢慢下降，最后停下”水平1的阶段，5年级学生上过相关内容的课程，但部分学生仍保有错误的理解。因此，课题组与上海静安地区的上外静小作了一些相关的课程改进尝试，在原有的“摩擦力”课程前加了一个体验环节，用亲身活动体验及提问搭建“脚手架”，让学生认识到摩擦力是阻碍物体运动的力。

课程：摩擦力

使用年级：小学4年级

教学准备：筷子、米、玻璃珠、肥皂、水、牛奶瓶

主要过程

- ◆ 体验摩擦力活动——让学生体验筷子提米、用筷子夹玻璃珠，用沾有肥皂水的手拿牛奶瓶。
- ◆ 学生活动——手指按在桌面上往前移动，体验摩擦力会阻碍物体运动。
- ◆ 总结——摩擦力是一种阻碍物体运动的力。
- ◆ 生活中摩擦力的运用——举例说明生活中哪些地方用增大摩擦力来解决问题（用毛巾拧瓶盖、轮胎的花纹、登山鞋的鞋底等）。

体验活动的设置是从学生的生活经验入手，把抽象的概念先化解到简单活动所产生的现象中，在学生的脑中建立起丰富的表象，为学生理解摩擦力的概念打下基础。之后在进行教学的时候设置了一些问题式的“脚手架”，帮助学生最后把生活经验与摩擦力的概念联系

起来。实践证明这样的尝试十分有效，经过课后作业的反馈，90%以上的学生都能意识到摩擦力会阻碍物体运动。

◎ 教学反思

通过我们的教学实践发现，基于学习进程的课程改进有一定成效。儿童对于科学概念的理解在幼儿园、小学阶段很多来自于生活经验，在教学设计中有效结合生活中的常见现象，能帮助学生理解科学概念或改变错误前概念。本文抛砖引玉，选取了幼儿园和小学阶段的2节课课程，用以启发教师们运用学习进程进行教学设计，运用的方式可以是重新设计1节课，也可以是对原有课程的改进，增加一些环节和提问作为促进学生理解水平发展的“脚手架”。需要注意的是，在课程设计的前期要充分考虑教学对象的实际情况，结合学习进程对教学内容进行设计，针对不同的学生还要考虑设计不同水平等级的活动，体现个性化教学。

参考文献

- [1] 美国国家研究理事会（NRC）. Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment, National Research Council, 2001
- [2] Alicia C. Alonzo, Jeffery T. Steedle. Developing and Assessing a Force and Motion Learning Progression. Wiley InterScience, 2008