·初中园地·

基于学习进阶理论的概念教学

——以浙教版初中科学“大气的压强”一课为例

许宇伟　何沂琳
（杭州师范大学附属未来科技城学校，浙江 杭州　311100）

摘　要：大气压强是压强的下位概念，常态教学中易流于内容浅层化、理解表面化. 运用学习进阶理论，区别大气压强清晰的“阶”，在此基础上提出 3 条概念教学策略：从具象到抽象的概念教学策略；从定性到定量的概念教学策略；从抽象到实践的概念教学策略. 最终以学生的产出呼应“物质的运动与相互作用”这一核心概念.

关键词：学习进阶；概念教学；大气压强

美国基础教育阶段科学学业成就评价委员会在 2004 年向美国国家研究理事会提交的报告中第一次正式提出学习进阶. 学习进阶是对学生连贯且逐渐深入的思维方式的假定描述，在一个适当的时间跨度下，学生学习和探究某一重要的知识或者实践领域时，其思维方式逐渐进阶.[1] 学科核心概念是组织整合学科自身内容的少数关键概念，也是学生科学认识发展的核心. 从概念进阶角度进行学科核心概念的教学是建构物理核心概念的有效途径. 在教学时可先确定物理概念的进阶起点与终点，然后分析确定学科核心概念学习的路径. 基于这一方法，尝试围绕大气的压强这一核心概念利用学习进阶理论进行教学设计，有利于深化学生对这一核心概念的理解和掌握，进一步提升学生的思维水平.

1　核心概念学习进阶的构建

1.1　确定进阶维度

《义务教育科学课程标准（2022 年版）》提出基于学生的认知水平和知识经验，科学安排学习进阶，形成有序结构. 在学习内容上应由浅入深、由表及里、由易到难，注重从简单到综合，将学习内容和学习活动有机整合，规划螺旋上升的教学内容，形成有序递进的教学设计结构.

新课标将初中科学课程划分 13 个学科核心概念，是所有学生在义务教育阶段应该掌握的科学课程的核心内容. “大气的压强”概念属于“物质的运动与相互作用”学科核心概念，由于天气变化与大气压有关，浙教版教材将此内容安排在 8 年级上册第 2 章“天气与气候”第 3 节“大气的压强”，编者试图打通各领域概念“隔阂”，实现从“大气的压强”到“天气与气候变化”的概念进阶. 与大气压强相关的核心概念是“压强”，固体压强、液体压强、大气压强、浮力等概念都由这个核心概念衍生，其中固体压强和液体压强的内容被教材编入 7 年级下册第 3 章“运动和力”. “大气的压强”一节内容包含大气压的存在及特点、大气压的大小及测定、大气压的生活应用 3 个部分. 通过分析教材内容，将本节的概念图呈现为图 1. 图 1 清晰地展示了“大气的压强”这一核心概念所包含的次级概念和事实性知识. 通过追踪学生在这些进阶维度上的理解水平可以了解其对核心概念“大气压强”的学习进程.

1.2　划分进阶水平

完整的学习进阶一般包括进阶终点、进阶维度、多个相互关联的不同层级的成就水平、各水平的预期表现以及测评工具.[2] 基于学习进阶理论进行教学设计时，首先，我们要明确学习进阶中“进”与“阶”的含义. 学习进阶的“进”，指的是学习前进的方向，而“阶”则指在学生认知过程中的“关键点”. 其次，我们要清楚各个“阶”之间的联系. 沿着学习前进的方向，在学习的起点与目标之间存在着多个“阶”. 这些相邻“阶”之间的连接路径，就是一条条微观的学习路径. 而自起点到目标之间连接起来的总的路径就是学生在一节课、一个单元或一个综合模块内的具体学习路径. 第三，基于学习进阶教学的关键是教师通过设置各个“阶”来突破学生认知中的重点与难点. 因此教学中需要做好以下 3 点：(1) 确定起点与终点；(2) 划分认知过程中的各个“阶”；(3) 设置学习路径将相邻的“阶”层联系起来.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

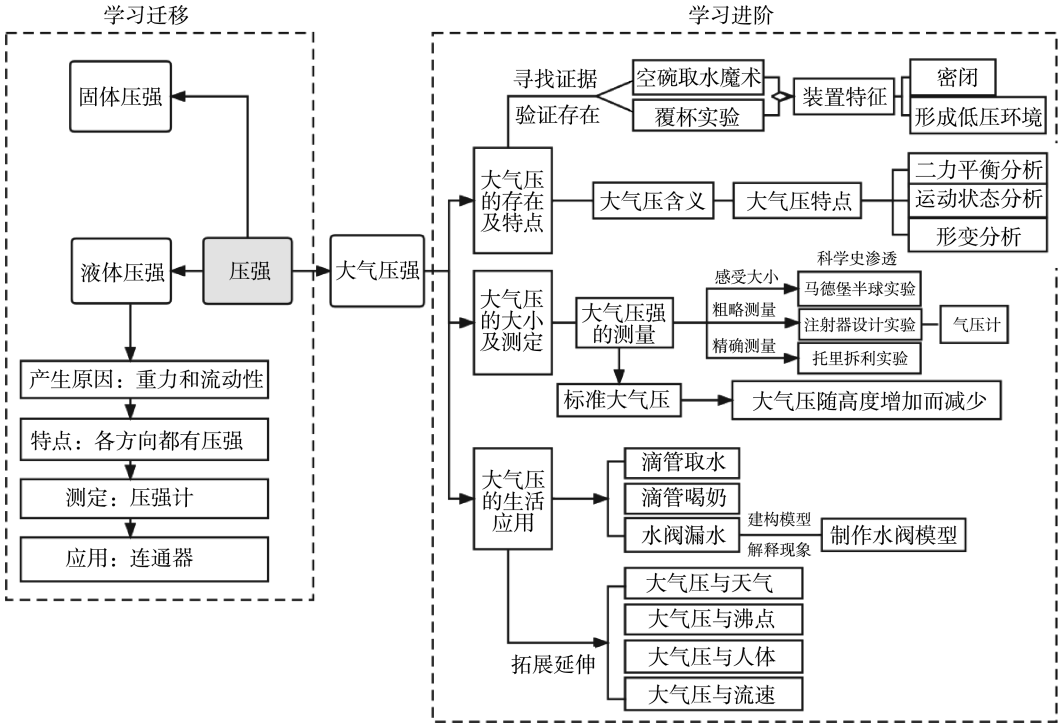

图 1 “大气的压强”概念图

1.2.1 进阶起点分析

进阶起点是指学生在学习新的知识时已有的知识.郭玉英等提出的科学概念理解发展的层级模型将学生对科学概念的理解划分为经验、映射、关联及整合 4 个层级,即学生科学概念的习得经历了由简单到抽象的过程(如表 1).根据学生科学概念理解由简到繁的过程,可将学习进阶划分为 4 个阶段,分别对应科学概念理解发展的层级模型中的经验、映射、关联和整合.确定进阶水平的划分标准后,接下来要对核心概念每个进阶维度包含的一般概念和事实性知识进行进阶水平的划分.

表 1 科学概念理解的发展层级模型[3]

发展层级	层级描述
经验 (Experience)	学生具有尚未相互关联的日常经验和零散事实
映射 (Mapping)	学生能建构事物的具体特征与抽象术语之间的映射关系
关联 (Relation)	学生能建构抽象术语和事物数个可观测的具体特征间的关系
整合 (Integration)	学生能由核心概念统整对某一科学观念(例如物质观念、能量观念等)的理解,并建构科学观念间和跨学科概念(例如系统、尺度等)之间的联系

1.2.2 预设学习过程中的“阶”

大气压强与前面所学的固体压强、液体压强一起构成了一个相对完整的知识体系.在学习大气压强之前,学生已经建立了“压强”的概念,能够对液体压强大小进行简单的比较.但由于气体看不见、摸不着,学生生活在空气中,却并没有感觉到大气压强的存在.因此教学通过实验手段让学生感知大气压强的存在,可以降低认知难度,促进学生科学概念的形成.对于大气压的测量,通过由浅入深的问题设置,降低托里拆利实验原理的认识难度.让学生在实验过程中亲身体验和自主思考,引导学生受力分析,构建力学知识体系,关注学生的思维进阶.本节课的重点是科学概念的描述,注重探究过程的体验,重视实际生活的应用.具体科学概念及表现层级描述如表 2 所示.

2 根据学习进阶进行核心概念的教学设计

2.1 根据学习进阶分析教学内容和学情

依据对“大气压强”的教学内容与核心概念,结合对 8 年级学生的学情分析,可以确定学生的现有认知水平:由于生活经验与学习经验,知道大气压强的存在,但对于大气压强的特点、大小、测量方式不太清楚,也不能运用大气压强的科学知识解释生活中常见现象.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 “大气压强”的进阶水平层次

进阶层级	科学概念 1 大气压强的存在及特点	科学概念 2 大气压强的大小与测量	科学概念 3 应用大气压强知识解释 生活中的常见现象
阶三 （整合）	能够归纳总结可验证大气压强存在的装置的共同特征，能够综合利用所学习的知识解释大气压强存在的有关的现象	能够自主设计实验测量大气压强的大小，并能够测量误差来源，了解常用的气压计	能综合大气压强相关知识，结合模型，动态解释复杂的现象
阶二 （关联）	能够运用科学原理解释验证大气压强存在的实验现象与生活现象	知道托里拆利实验测量大气压强大小的原理，知道一个标准大气压的大小	能够运用大气压强相关知识动态分析生活中较复杂的现象
阶一 （映射）	能通过实验和生活实例定性地确定大气压强的存在及其特点	能够直观地感受到大气压强很大的事实	能够运用所学知识解释生活中常见的现象
进阶起点 （经验）	知道我们周围有空气，空气具有流动性；知道流动的液体各个方向都有压强	能从定性与定量的角度证明大气压强的存在以及明确各个方向都存在大气压强的事实	了解大气压强的存在及其特点，知道大气压强的大小及其测量原理

在课堂需要掌握的核心知识为：大气压强的存在与特点、大气压强的大小与测量、应用大气压强相关知识解释生活中的常见现象. 概括总结经验丰富的一线教师的访谈结果可知，在学习过程中学生容易遇见以下问题：

① 能够从生活中一些常见的现象感受到大气压强的存在，但难以运用科学知识解释这些现象.

② 能够理解托里拆利实验的原理，但依据该原理难以再设计其他方案粗略测量大气压强.

③ 能够利用大气压强的相关知识对静态的现象进行解释，但对于动态、连续的过程解释起来较为困难.

通过以上分析，可将最终的教学目标分解细化，逐步引导学生完善知识地图；并能清晰地呈现学生在每个学习阶段应该达到的认知目标，同时帮助教师更深入地了解学生的学习情况.

2.2 根据学习进阶设计教学过程

学习进阶能呈现学生学习概念时经历的典型路径，帮助学生正确地构建科学的知识网络. 学习进阶中相邻进阶水平之间存在逐级深入和完善的关系，就像一级一级阶梯，逐步走向最终的教学目标. 教师在教学中，利用合适的教学策略，设计具体的教学步骤和学习活动，帮助学生从一个“最近发展区”到达另一个“最近发展区”，最终帮助学生形成对核心概念的深入理解. 因此根据学习进阶分析核心概念，能使教学过程具有明显的主线，呈现由简到难的连续过程. 本文依据教材内容与学情分析，确定学习进阶起点，依据课程标准的要求与学习进阶的模型对教材内容进行重构，确定本堂课的 3 个核心概念知识：大气压强的存在及特点、大气压强的大小与测量、应用大气压强知识解释生活中的常见现象，并针对核心知识分别设计 3 个学习进阶模型发展层级模型，教学过程及教学策略选择如图 2 所示.

2.2.1 从具象到抽象的概念教学策略

经验阶段(E). 教师为学生表演空碗取水的魔术，激发学生对大气压强存在的思考，以此为学生学习的起点，引入新课.

映射阶段(M). 该阶段旨在以事实性的现象，定性地体现大气压强的存在. 学生利用生活中常见的挂钩、注射器、玻璃杯与玻璃片，设计简易的实验，利用“挂钩吸附在瓷砖上难以拔出”“注射器排尽空气后，堵住注射器口，活塞难以拉出”“覆杯实验”3 个显著的现象证明大气压强的存在，并改变上述 3 个实验的方向以得出大气压强较大、空气内部各个方向都有压强的特点.

关联阶段(R). 该阶段从现象层面上升到理论层面，要求学生能利用科学知识解释刚刚设计的实验以证明大气压强的存在. 学生利用已有的知识经验，对上述现象的利用二力平衡、运动状态、形变 3 个角度进行分析，从事实上升到理论，从定性到定量，证明大气压强的存在，并用科学的语言归纳出大气压强的含义.

整合阶段(I). 本阶段要求学生从“解题者”上升到“命题者”，从理论层面再下沉到实践层面. 总结归纳上述 3 个实验的共同点，总结出以上装置均形成了“低压”“密闭”的环境，并利用力的作用效果显著地体现大气压强的存在及其特点，并利用已有的知识尝试解释生活中利用大气压强的常见现象，如海洋生物的吸盘.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

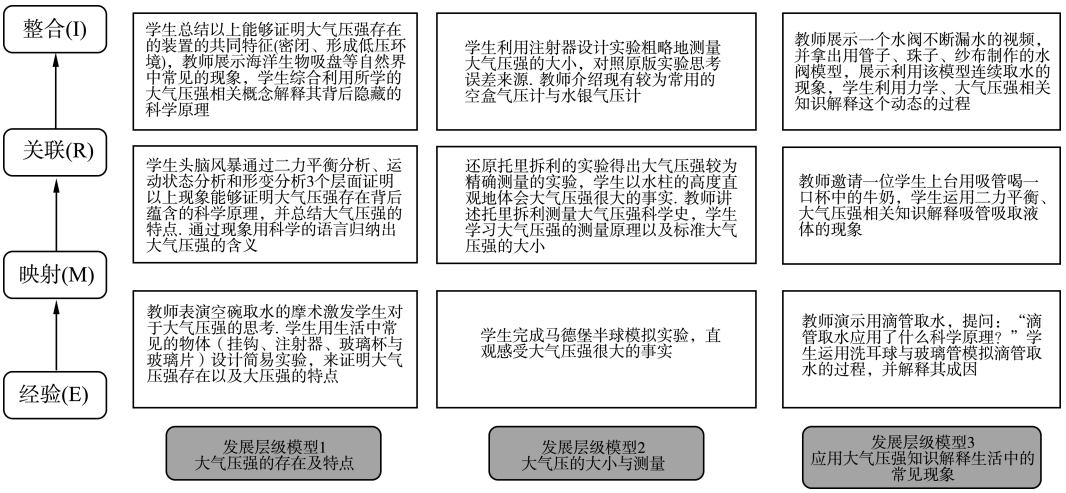

图 2 “大气的压强”教学过程

2.2.2 从定性到定量的概念教学策略

经验阶段(E).经过核心知识一的学习后,学生已经对大气压强的存在及其特点有了一定的认知.学生完成马德堡半球模拟实验,利用显著的感官体验,定性得出大气压强很大的事实经验.

映射阶段(M).教师结合科学史的讲解,还原马德堡半球的实验,学生通过受力分析,用科学的语言解释该现象的原理,教师出示“十六匹马才能拉开”的事实证据,定量体现大气压强很大的事实.

关联阶段(R).该阶段基于以上学生对于大气压强很大的现象的定性与定量的了解,逐步上升到破解“大气压强有多大?”的谜团.学生利用托里拆利的模拟实验,以水柱的高度直观地表示出大气压强的大小,并利用已有知识经验,理解该实验装置的原理,估算大气压强大小的实际数值.学生依据汞柱的高度、密度等数据,计算得出大气压强大小的准确数值.

整合阶段(I).该阶段从理论层面下沉实际实验.学生利用注射器设计简易的实验方案,粗略测定大气压强的大小,对前几个环节所学习的知识经验进行综合与巩固,并将计算所得的数据与精确的数值进行对比,思考误差来源.最后,教师介绍目前常用的水银气压计与空盒气压计,拓展学生的知识储备.

2.2.3 从抽象到实践的概念教学策略

经验阶段(E).教师演示滴管取水,引发学生利用大气压强相关知识思考该现象的成因.

映射阶段(M).该阶段旨在利用大气压强相关科学知识定性分析滴管取水的过程.学生利用洗耳球与玻璃管模拟放大滴管取水的现象,使得实验过程更加显著.利用前面总结归纳出能证明大气压强存在的装置的共同特点,解释这个过程.

关联阶段(R).教师邀请一位学生上台,利用吸管喝一口杯中牛奶.学生依据力学相关知识,并类比之前总结的滴管取水的原理,解释吸管吸取液体的现象.学生头脑风暴,思考“为什么吸到后面,越来越费力”的现象,将这个动态的过程与科学原理关联,并思考如何解决这个问题如:在顶部开一个透气孔保持牛奶瓶内的气压与外界相等.

整合阶段(I).教师展示一个水阀不断漏水的视频,并拿出用管子、珠子、纱布制作的模型,让学生感受连续取水的现象.学生综合上述总结的管道内取水例子的原理,思考这个连续取水的动态过程,既拓展了学生的认知,也促进了学生利用科学知识解决实际问题的能力.

3 结语

本文依据大气压强相关知识概念提出 3 条概念教学策略,有助于学生将学习目标分解细化,在每一阶段的教学中选择合适的学习方法,循序渐进,引导学生达到潜在的发展水平,逐步从进阶起点走向终点.

参考文献:

1 刘晟,刘恩山.学习进阶:关注学生认知发展和生活经验[J].教育学报,2012,8(2):81-87.

2 弭乐,郭玉英.基于整合的进阶式教学设计研究——以概念进阶与论证进阶为例[J].物理教师,2021,42(1):2-7,11.

3 弭乐.物理教育视域下整合式进阶教学研究[J].物理教学,2021,43(2):12-19.

(收稿日期:2023-07-04)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net