

[脑科学与科学教育]

关于学习进展序列的研究

文_韦 钰

韦钰，电子学专家，教育家，中国工程院院士，中国少数民族教育学会理事长，中国电子学会副理事长。曾任教育部副部长，中国科协副主席。



在将学习科学的研究应用于教学实践方面，学习进展序列（Learning Progression）的研究被认为是一个比较成功的范例。围绕着大概念，以更加宽广的背景来设计探究活动，自然需要跨年级来组织一个有序列的学习进展过程。因此，近年来一个新的发展方向是提出了将学生学习进展的进程，即从小学、甚至从幼儿园就开始，直到高中毕业，作为一个整体来考虑，让学生逐步进展到掌握大概念的目标。

学习进展序列提供一个有序列的、有联系的步骤，描述了学生为掌握一个大概念或核心概念时，理解程度和思维技巧从简单到复杂的过程中所需要的典型技能和知识。学习进展序列需要以科学研究为基础，并体现一定的灵活性，给出时间分段和对应的特定内容。

下面以学生学习沉浮现象，建立物体密度概念为例：

了解小学科学教育的教师都知道，孩子很喜欢水。不管是玩水，还是自己学游泳，孩子从小就会接触到沉浮现象。但是教师也都知道，建立密度的概念是小学阶段科学教育中的难点，也一直是科学教育研究的热点课题。皮亚杰认为：建立为什么物体会沉浮的解释，孩子需要经历4个主要的阶段。第一阶段（4-5岁）孩子解释沉浮的原因是道德上的，如“这块石头聪明”。第二阶段（5-6岁）认为重的物体会沉，因为物体重，表示强大，用的是拟人力量的解释，而非客观的原因。第三阶段（6-8岁）开始找客观的原因。第四阶段（9岁以后）开始把重量和容积联系起来，才可能逐步建立密度的概念。这就是皮亚杰提出的儿童获得密度概念的进展序列。皮亚杰理论的问题在于把这种进展序列看成是儿童天生具

表 1 学生学习密度概念的学习进展过程

水平		学生已经知道了什么	学生需要学习什么
相对密度		学生知道，当物体的密度比它浸入的介质密度小时，物体就能浮起来	
密度		学生知道，物体浮起来是因为它们具有小的密度	为了进展到下一步，学生需要认识到在决定物体沉浮上，介质起到同样重要的作用
质量和体积		学生知道，物体浮起来是因为具有小的质量和大的体积	为了进展到下一步，学生需要理解密度是将质量和体积组合成单一特性——密度的概念
质量	体积	学生知道，物体浮起来是因为它的质量小	学生知道，物体浮起来是因为它的体积大
产生具有一定含义的错误概念		学生认为物体浮起来是因为具有小的尺寸、小的重量、小的体积，或者是因为它是用特殊材料制成的	为了进展到下一步，学生需要提炼他们的想法，以便和质量、体积、或者密度相关。 例如：一个小的物体具有小的质量
具有特殊的性质		学生认为物体能浮起来是因为它是扁平的、空的、有洞或是充有气体	为了进展到下一步，学生需要提炼他们的想法，联系到与重量和尺寸有关。 例如：一个空的物体具有较小的重量
偏离目标		学生对沉浮没有作任何涉及物体特性的解释，如回答是：我没什么想法	为了进展到下一步，学生需要关注物体的某些特性或者特征，以便给出对沉浮的解释
没有回答		学生对问题没有作出回答	为了进展到下一步，需要学生对问题作出回答
无法记录		学生给出了回答，但无法进行解释和记录	

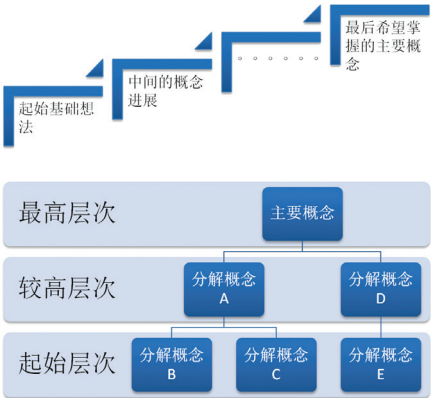


图 1 阶梯式和拼图式的学习进展

有的过程，不受到文化和社会背景的影响。他的这个观点被实践和脑科学证明是错误的。儿童，甚至于是没有接受过良好科学教育的成年人，都会对沉浮现象有许多错误的前概念。这些错误的前概念，不经过精心设计的科学教育，是很难改变的。而有了好的教育方法，儿童才能够较早地建立正确的概念。

威尔逊（Wilson）等用渐进的变量来描绘学生对沉浮概念掌握的进展过程，一共分为 9 个等级，如表 1 所示。

作为一个例子，它说明不同的科学概念可以分解成随着时间进展而发展的详细过程。在给出的学习进展序列中并没有像皮亚杰那样给出年龄的阶段。因为，根据社会建构理论和脑科学的研究，已经证明学生的学习进展的进度各不相同，既与先天的条件有关，更会受到后天文化和社会条件的影响，语言和教育就是一个重要的学习背景。

有的学者还主张，学生的学习进展序列不一定是楼梯式的，可能会出现拼图式和螺旋式的进展过程。莎奈娜（Salina）把拼图式称为风景照式。迄今为止，我们还没有见到螺旋进展式的实际案例。

我们在图 1 中给出了阶梯式和拼图式的示意图。

本文摘自韦钰院士的论文《小学科学课要以探究式学习为主要的学习方式》，有删改。

参考文献：
Wynne Harlen at el.，韦钰译，科

学教育的原则和大概概念，科学普及出版社 2011 年 7 月

[1] Ivan Salina. Learning Progression in Science Education: Two Approaches For Development. Paper presented at the Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference, June 2009, Iowa City

[2] Esther Dabagyan, What Makes Things Float? Density and Buoyancy Misconceptions, California State University Northridge www.csun.edu/~eed39911/.../Density/Misconceptions/Paper.pdf

[3] Cathleen A. Kennedy & Mark Wilson. Using Progress Variables to Interpret Student Achievement and Progress. (BEAR Technical Report No. 2006-12-01). Berkeley Evaluation & Assessment Research (BEAR) Center ■



全民科学素质行动
科学教育专栏