

儿童科学概念学习进程在教学中的应用

文_王 蓓 / 江苏汉博教育培训中心 叶兆宁 / 中国科协“做中学”科学教育改革实验项目教学中心

◎ 学习进程的概念与主要模式

学习进程的概念是 2001 年美国国家研究理事会 (NRC) 在研究报告《指导学生所知道》中提出的^[1]。2007 年 NRC 又在报告《将科学带进学校》中对学习进程给出了明确定义：学习进程是基于教学经验和研究而形成的对学生学习进步方向的预设，是可测试的，内容包括学生对主要的科学概念的理解和解释，以及科学实践能力的发展程度。这些预设说明学生在掌握主要科学概念的进程中普遍的规律和路径，必须建立在对真实学习过程进行实证研究的基础上^[2]。

学习进程主要有 3 种模式：爬梯式、拼图式和训练式^[3]，本研究选取的“力的作用与运动”、“密度”概念学习进程属于爬梯式，而其他 4 个概念学习进程属于拼图式，关于训练式学习进程的相关研究较少，因此本文重点介绍爬梯式和拼图式学习进程。

爬梯式学习进程类似一个爬梯子的过程，前一步完成以后，才能进入下一步^[4]。它是对学生在一段时间内对某一主题的理解呈线性上升的一种描述方式，具有一系列的水平，两端被分别命名为“较低的锚”和“较高的锚”，在这 2 个“锚”之间是 1 个或更多的中间水平^[4]。如学生对于物体在水中沉浮判断依据的理解从“只考虑质量或体积单一维度”到“将质量、体积结合考虑，形成初步的密度概念”，再发展到“形成完整的密度概念”。这一过程就是

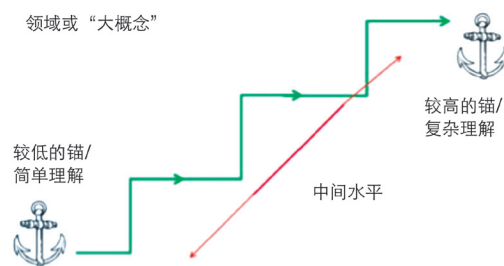


图 1 学习进程的爬梯模式 (Ivan Salinas, 2009)

从低水平到高水平，从简单理解到复杂理解的过程。

拼图式学习进程是横向的，不是纵向的，较大的概念是从较小的概念逐步扩展而形成的，局部的过程类似于拼图游戏^[3]。与爬梯子模式不同的是，拼图式里的概念不是呈线性上升，而是创建一个网络来表示进程^[4]。例如，学生对“生物多样性”大概念的理解包括“物种多样性”、“遗传多样性”、“生态多样性”3 个概念，这 3 个概念下又包括多个小概念，概念之间相互联系，形成“生物多样性”大概念的拼图。

◎ 学习进程与教学的关系

在教学开展前，教师需要对学生的学情和教学内容有充分的了解。学习进程可以帮助教师了解学生对某个重要概念的理解是如何一步步发展，从简单到复杂所经历的路径。也能清楚地知道本年级段的学生对该概念的理解处于路径中的哪个阶段，如何从上一个阶段发展而

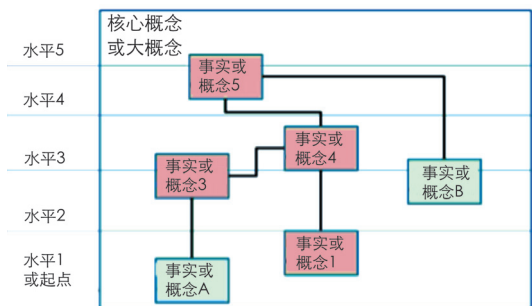


图2 学习进程的拼图模式 (Ivan Salinas, 2009)

来，如何向下一个阶段发展而去。学习进程不仅可以帮助教师了解学情，便于开展教学，更能对概念之间的关系和脉络有清晰的认识，利于对教学内容的深度和广度进行把握。

教师在实施教学过程中，对学生学习进程的每个阶段都清晰地了解，将有利于教师根据各个阶段设置与之相应的教学目标，选择合适的教学方法^[5]。利用学习进程去引导学生开展相关的实践活动，从而实现教学方式的多元化^[6]。学习进程还能帮助教师看清在长期或短期时间内某一具体学习目标前后之间的联系，使教师在教学中有机会能为学生建立概念之间的精确联系，串接逐渐复杂的概念^[7]。虽然每个学生的学习路线是相同的，但每个人的速度却存在一定差异，而由于标准明确了学生在学习某一概念时所需经历的各个水平，所以教师能够通过测试确定每个学生所处的水平，由此可以达到一定程度的因材施教^[6]。

◎ 运用学习进程进行教学设计需考虑的问题

课题组总结开发教学案例的经验，提出运用学习进程进行教学设计需要考虑以下4个方面。

➤ 关于课程目标的制订与选择

教师可以根据教学任务，参考学习进程选择课程目标，由于对于某个重要概念的掌握可能需要几节课来完成，所以选择好大的课程目标后，还需制订每节课的课程目标。不同模式的学习进程，其课程目标也有所不同。

对于爬梯式学习进程的科学概念，教学目标是从低级理解水平向高级水平发展。如从A级水平向B级水平发展，以“密度”学习进程

为例，教师选择课程目标是学生对物体沉浮原因的判断，从“只考虑质量或体积单一维度”水平向“将质量、体积结合考虑，形成初步的密度概念”水平发展。

对于拼图式学习进程的科学概念，教学目标是掌握某个重要概念。首先需要对该概念进行解析，分析出所包含的几个子概念，然后对子概念进行教学，掌握子概念后，最终掌握总概念。如A概念包含3个重要的子概念A1、A2、A3，需让学生掌握这3个子概念，才能掌握A概念。以“遗传”学习进程为例，教师选择课程目标是学生掌握“后代与其父母相似，是生物的细胞中有遗传物质，遗传物质负责将亲代特征的遗传信息传递给子代”这一概念，这一概念包含了细胞、遗传物质及遗传信息传递3个子概念，需对学生进行至少3节课的教学，让学生掌握3个子概念，最终掌握大概念。

➤ 关于教学过程的安排

由于爬梯式和拼图式学习进程中概念发展的机制不同，因此教学过程的安排也不同。前者的核心是对一个概念的理解不断打破和重塑的过程，而后者是掌握几个小概念“碎片”，最终拼成完整的概念图的过程。

对于爬梯式学习进程的科学概念，学生对于概念的理解水平从低级向高级发展，就需要采用活动、提问等策略，与学生原有的理解形成矛盾、冲突，打破原有的认知平衡，引入新的条件，引导学生重新审视自己的认知，从而建立新的认知平衡。如学生对于物体沉浮的原判断是“重的物体会沉”或“大的物体会沉”，教师给学生一些质量相同、体积不同的物体或体积相同、质量不同的物体，通过沉浮实验，引导学生同时考虑质量和体积2个维度来判断物体的沉浮。

对于拼图式学习进程的科学概念，概念与概念之间有联系，就需要教师在课前了解学生对于该主题概念的原有的认知结构，在原有的认知结构上引入新的概念，学生掌握目标概念的各个子概念，最终掌握目标概念。还是以遗传的概念为例，学生对于细胞、遗传物质及遗传信息传递3个子概念都很陌生，但对遗传物质表达出来的性状，如大眼睛或小眼睛、有耳垂或无耳垂等有一定了解，教学过程需要让学

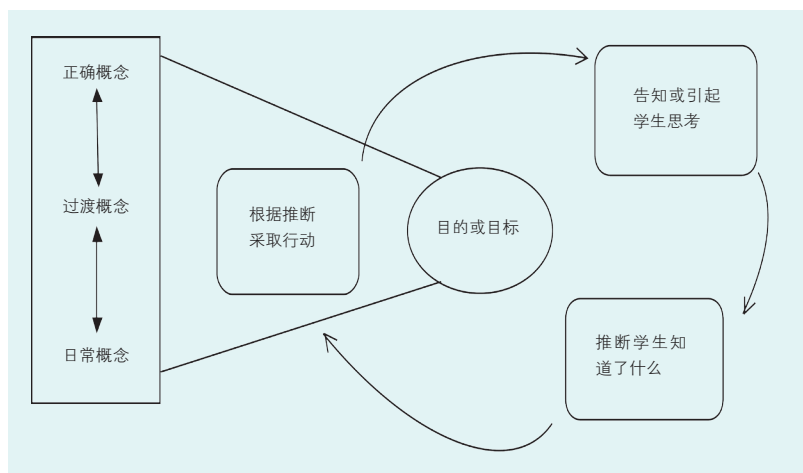


图3 形成性评测过程和学习进程的关系 (Furtak, 2012)

生通过制作细胞装片实验，观察细胞；认识遗传信息，了解人的性状；通过动物的遗传，了解“亲代特征的遗传信息传递给子代”，掌握目标概念。

关于形成性评测的设计与使用

在教学之前和之后，可以用配套的评测题，对学生进行前测、后测，了解学生对于课程目标概念的掌握情况或理解水平变化。而在教学过程中，教师可以运用学习进程对学生的情况进行形成性评测，监测学生的理解水平是否符合进程发展。图3指出了特定概念的学习进程（图的左侧方框）是如何帮助教师确认学生的想法在学习路径中的位置，推断学生对于科学概念的思维发展。基于这些推断，教师可以采取适当的活动，促进学生的理解沿着概念进程发展^[8]。

关于课后反思

学生的学习并不都是一模一样的，学生也有可能持有与进程不一样的想法。所以学习进程给教学提供了大部分学生学习路径的参考依据，但并不一定能符合所有教师和学生，教师在运用学习进程进行教学设计和实施教学时，也要结合教师的教学经验和学生的实际情况，反思教学，修改教学设计，制订出符合自己学生的学习进程和教学设计。

学习进程研究对于科学教育来说，是一次教育思路的转变，着重强调学生的学习路径，以学生的角度重新审视教学内容选择和安排，促进教师更加了解学生对概念的理

解发展路径，更加了解此阶段学生学习内容需达到的深度、广度、与下阶段学习内容的联系，帮助学生更好地理解概念。但学习进程研究并不是一个严格的学习标准，而是一个灵活的、不断变化的、对学生理解路径的描述，所研究出的学习进程永远都是“无限接近”学生的理解。信息时代的知识大爆炸，学生接受的信息量越来越大，教师的教学内容也要

不断更新，因此学习进程也要不断修订，与学生的理解发展实时跟进，并将所研究出的学习进程不断在教学实践中应用、验证、修订，这需要更多的热爱科学教育的教师参与，最新、最有效的教学理论始终出自实践之中！

参考文献

- [1] NRC, Knowing What Student Know: The Science and Design of Education Assessment, 2001
- [2] NRC, Take Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8, 2007
- [3] 温·哈伦著，韦钰译，科学教育的原则和大概概念，科学普及出版社，2011.7
- [4] Ivan Salinas, Learning Progressions in Science Education: Two Approaches For Development. Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference. Iowa City, 2009.6
- [5] 高芳、陈志伟，学习进程：美国科学教育改革新思路，外国教育研究，2011（5）
- [6] Tom Corcoran, Frederic A. Mosher, Aaron Rogat. Learning Progressions in Science - An Evidence-based Approach to Reform. 2009
- [7] Margaret Heritage, Learning Progressions: Supporting Instruction and Formative Assessment, 2008
- [8] Patricia M. Rowell 著，周建中译，学习进程和评测：探究式科学教育课堂中的机遇与挑战，中国科技教育，2015（2）