用学习周期实现科学实践的学习

文 _ 黄鸣春 / 北京师范大学化学教育研究所　刘树鑫 / 天津市万全小学

2013 年，美国国家研究理事会（NRC）颁布了《新一代科学教育标准》（NGSS），新标准将科学“探究”变成科学“实践”被认为是极其“抢眼”的变化，引发了理论界关于科学实践的广泛探讨。已有较多的研究关注到了科学实践的理论认定问题，但在科学课堂中如何实施科学实践，如何促使学生的学习像科学家进行科学实践一样，成为困扰研究界和课堂的现实问题。我们基于对美国 STC 课程在中国课堂 6 年的实施经验发现，课程所倡导的以学习周期作为教学策略能够很好地实现新标准所提倡的科学实践的思想。

◉ 学习周期与科学实践的概念界定及相互关系

《新一代科学教育标准》提出了 8 种被认为是科学家和工程师在实际进行工作时很重要的科学实践：提出问题（对科学而言）或者界定问题（对工程而言）；开发或 / 和运用模型；设计并实施探究；分析和说明数据；运用数学及计算式思维；建构解释（对科学而言）或者设计解决方案（对工程而言）；参与基于证据的论辩；获取、评估和交流信息。STC 课程中学习周期的理论基础是关于儿童如何学习的研究，学习周期包括：集中、探索、反思、应用。从表 1，5 年级“漂浮与下沉”单元的课程设计看，学习周期并不是对 8 大“科学实践”的步骤性呈现，也不是一一对应关系，而是在以学生学习过程为主线索的前提下，将 8 大“科学实践”含在不同的学习环节，各自有所侧重地进行展开，学习周期的策略是课程大的组织线索。

表 1　5 年级“漂浮与下沉”单元的课程设计中“学习周期”与“科学实践”学习内容的关系

学习周期	课时	学习活动	侧重的科学实践
集中 儿童要聚焦于关于一个主题自己的已有基础，以及所期望知道的内容	1	探查学生关于浮与沉的观点，使聚焦到浮与沉的现象	提出问题； 获取，评估和交流信息
探索 儿童通常以小组形式完成一系列探究，从而探索一个科学概念或现象	2 ～ 5	探索重量对物体沉浮的影响	计划并实施研究
	6 ～ 8	探索大小对物体沉浮的影响	
	9–12	探索水的变化与浮力的关系	分析并阐述数据 建构解释
反思 儿童通过与同伴讨论结果或者通过写科学笔记反思所学，让学生通过分析、评价和论证形成新的解释	13 ～ 15	探究物体在盐水中的行为，拓展对于浮力以及排水量的理解	运用数学及计算式思维
应用 儿童将他们新学习的知识或经验应用到真实情境或者课程其他主题中	16	应用之前经历的关于浮力的所学——提出并验证关于一种未知的“神秘的圆柱体”假设，属于插入式评价	计划并实施研究 建构解释 分析并阐述数据： 运用数学及计算式思维
	17	单元后测。学生综述并讨论、交流、修正自己的科学日志本，并提供证据来增加新的收获——文本记录学生关于浮力知道了多少	参与基于证据的论辩 获取，评估和交流信息

◉ 利用学习周期实现“科学实践”学习的策略

● 集中阶段

在集中阶段，学生参与的科学实践活动主要涉及“提出问题”，这与学生的学习目标紧密相连。提供良好的课堂文化被视为是有效集中学习的保障，STC 课程为学生界定了分享观点时的准则：毫不犹豫地说出自己的想法；用不抱成见、持开放性心态接受一切观点；对同学的观点不要批评和妄加评论；努力把自己的观点与其他同学的观点联系起来。同时，STC 课程提倡教师在这一阶段要关注学生兴趣、教师和学生共同平等参与等。

在集中阶段提出的问题要指向核心概念。学生对于一个学习主题的问题往往是多样的、



“磁铁和电动机”单元的学习中心


威斯康星快速生长植物种植指导：　　活动表 2
姓　名：　　日　期：
1.从物品分布区取来所有**材料**。
2.在种植用正方体小花槽的每一部分放入一块**纱布**。用镊子将纱布拉出小孔直到纱布露出大约 1cm 的尖儿（下左图）。
3.将壤土倒入种植用正方体小花槽的各个空格，至正方体小花槽的一半处（上中图）。
4.往种植用正方体小花槽各空格加入 3 粒**肥料颗粒**。认真观察这些肥料颗粒比种子要大很多（上右图）。
5.用壤土盖住种植用正方体小花槽的每一处空格，并用手指压一压（下左图）。
6.往盘子中滴一滴水，并用牙签蘸几下。用湿牙签蘸取一粒**种子**，将种子放到壤土下面，再用壤土盖住它，以同样的方式在这一部分放入第二颗种子。依次进行，直到种植用正方体小花槽的每一空格都种下了两颗种子（上中图）。
7.非常小心地轻轻地向小花槽中滴水，一次 1 滴或 2 滴，直到有水从每块纱布的底部滴下（上右图）。
8.在种植用标签上写下你的名字和日期，并把它插到种植用正方体小花槽中（下左图）。
9.把你的正方体小花槽放到灯下，并使标签朝外。再次检查一下你的正方体小花槽的每一空格均完全处于供水棉纸巾上，而且这个正方体花盆距灯大约 5-8 厘米。如果你能看到正方体每一空格的内部情况，那么你所看到的将像上右图所示那样。
10.将所有剩下的**材料**返还到物品分布区。　　11.**清理你的工作场所。**

验材料，方便学生随时做实验时取用。课程的《教师指导用书》中对科学探究活动的要求很明确，实验关键点突出，并重视教师在教学中行为和技能的示范作用。

分散的，需要通过提问引导他们明确需要探索什么，以及能够探索什么才有利于形成科学的概念。例如，在 STC 课程 3 年级“化学实验”单元教学起始，要求每一个学生思考“关于化学物质我们知道什么，在哪里见过，有什么用途，怎样使用，你还想知道什么”，学生们提出的问题五花八门，包括化合物质是液态的吗？它们是药品吗？人体内有化学物质吗？经过全班的讨论和集中，学生们最终认识到，“特性”可以用于描述一个物体的特征，接下来的学习需要学会利用自己的感官不断发现化学物质的新的特征。

● 探索阶段

在探索阶段的教学，主要涉及“提出问题”、“设计和进行探索”、“建立和使用模型”、“运用数学和计算思维”的科学实践学习。

探究阶段的“提出问题”指向的是如何建立科学概念，提出问题主要涉及两类：一类是针对客观现象观察和操作方法的提问，如你观察到了什么，可以检验你的预测的方法有哪些等。另一类是针对主观解释及概念冲突或者概念改变的问题，比如：你做出预测的原因有哪些？你发现了什么？

STC 课程一方面提供充分的实验材料、细致精准的实验操作指导，以及实践操作为背景，帮助学生进行“设计和进行探索”的学习，如探究活动的所有材料均由“材料中心”提供，教师还要与学生在班级共同建立和维护“学习中心”，即在教室的指定角落长期存放各种实

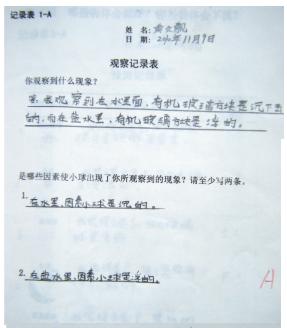
另一方面，课程设计保障了教学过程贯穿预测—解释—检验环节（如表 2），递进式探索保证学生有充分完整的探究体验。两课衔接以多以复习法导入，加强连贯性；教学过程中经常渗透分类、归纳等思维。

表 2　“预测—解释—检验环节”在课时里的递进式出现

课时	设计和探索活动
2	步骤 3. 让学生在记录单 2—A 中写下预测，以及做出这样预测的理由（解释） 步骤 4. 给每个学生发一杯水，要求检验物体在水中的浮沉情况，提醒学生在记录单 2—A 中及时记录验证的结果
3	步骤 2. 分发记录单 3—A。要求小组合作，根据平时观察到的物体浮沉的情况做出预测。提醒他们把预测与做出这个预测的理由（解释）记录下来 步骤 3. 在学生记录了预测和理由之后，把材料分发给每组学生。让他们通过把物品浸在水里后观察浮沉现象来检验预测。并把结果记在记录单上 3—A 最后的活动 3. 要求学生预测哪个物体重，哪个轻。首先要求学生标示出哪个物体最轻。然后预测其余物体的轻重排序。并把全班的预测结果记录下来
5	步骤 1. 让学生回顾在第 3 课所做的预测，告知学生这节课有机会用他们校正的弹簧秤测量每种物体的重量，并和他们之前的预测做比较 步骤 3. 给每个学生分发材料，如图所示用大发夹夹住物体。鼓励学生轮流读数以检验测量结果

在学习周期的探索阶段，关于“建立和使用模型”的学习，主要鼓励学生用画图表示事物、用陈述类比等方式交流发现、制作物体模型，以及用模型预测和解释现象等。还以这个单元为例，整个单元规划设计了用来记录学生个人概念及概念转变过程的一系列表格（见下页图中的一组记录单）。在第 1 课就开始使用的头脑风暴表会沿用至最后一课，并依据每个课时具体安排相应的教学活动。如第 1 课画图表现描述滚珠放入管中的沉浮情况；第 3 课要

求预测物体的轻重时绘出全班的图示；第 4 课图示记录标定弹簧秤；第 5 课全班制作显示物体重量的班级图表。


记录表 1-A

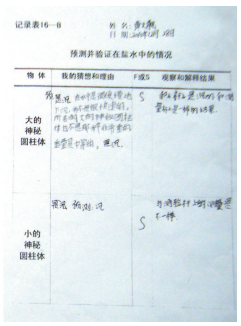
观察记录表

你观察到什么现象？

是哪些因素使小球出现了你所观察到的现象？请至少写两条。

1.

2.


记录表16-B

预测并验证在盐水中的情况

物体	我的猜想和理由	结果	观察和解释结果
大的神秘圆柱体			
小的神秘圆柱体			


记录单8-A

你的船可以装载几个玻璃球？

铝箔的大小和船的草图	你的预测	实际情况
	100 颗	167 颗
	27 颗	30 颗
	4 颗	10 颗

● 反思阶段

教学的反思阶段主要涉及对“分析和说明数据”、“建构解释”、“基于证据的论辩”、“评价和交流信息”的学习。后三者主要体现在班级讨论、集体论证教学活动中。讨论和论证可以让学生通过对现象进行解释，展示学生自身对科学思想的理解。无论是基于所观察到的现象做出的解释，还是基于所构建的模型做出的解释，学生都将经历概念理解转变的过程。在这一过程中还鼓励学生根据证据对自己的和他人的解释的一致性进行评价。课堂上的讨论和集体论证可以产生有竞争性的解释，因而有可能对相同的现象做出不同的解释。学生与学生之间相互借鉴新证据，找出解释过程中（学生自己的解释，或者别人做出的解释）的缺陷或不足，根据新的证据修正自己的结论，这对于学生构建自己对现象的理解、获得对科学理论的解释能力、理解科学家是如何工作的都是十分有帮助。

● 应用阶段

通常应用阶段是创设一个新的情境，以便学生在新的环境中和现实生活中应用他们所学到的知识，这也是他们进行一次新的科学实践的机会。课程很注重在“最后的活动”和“拓展延伸”环节精心设计指向明确的科学实践活动。比较有特色的是，课程在单元设计中注意各课之间的紧密联系，后一课往往是前一课的应用延伸。在表 1 所体现的 5 年级“漂浮与下沉”单元整体学习活动设计中可见一斑。此外，这个单元的第 16 课作为前边所有课的应用综合，能使学生完整地把握观察对象总体，学生观察能力的深刻性得以显著发展，表现为分辨力、判断力和系统化能力有明显的提高，能够揭示事物的有意义的本质特征。

◉ 利用学习周期实现科学实践的学习对我国课程改革的启示

经过 6 年对 STC 课程的实验研究，其运用学习周期来实现科学实践的教学策略让我们印象深刻。我们的课程改革应该加强对科学实践的认识，在课程设计和教学实践中进行嵌套式的、有侧重的科学实践学习内容安排。从我国小学科学课程改革的现状看，无论是课程编制者还是教师，对科学探究的理解都还有待于进一步提高。观察和实验不等同于探究。对证据的使用和评价，基于证据的论证和解释必须进入我们的视野。“科学实践”不是 8 个步骤或者单向线性流程，对它们的选择是要基于具体学习目标和内容。不能将之变成操作训练，同时要避免科学实践脱离科学知识的倾向。我们需要展开对全面“科学实践”的教学研究，使科学课堂上所进行的教学活动能充分展现“科学探究”的原有含义，让学生更深入地理解科学家从事工作的方式，进一步发展他们的科学实践能力，积极构建建立在科学实践观念上的科学课程。

此外，在引导学生参与科学实践的过程中，无论在哪个实践部分都应该舍得花时间打基础。给予学生必要的时间和空间对于学生在科学素质方面的成长发展是值得的，是会得到更大回报的。只有这样学生才可能实实在在的做到主动参与科学实践的全过程。教师在教学中要关注全班学生的积极参与，教材在设计活动时也应该留有充分的余地。■