

在探究式科学教育中激发学生创造力

——“做中学”高级教师研修活动的启示

文_曾 箐 姜景一 / 中国科协青少年科技中心

Hans Persson, 瑞典斯德哥尔摩大学助理教授, 美国小学科学国际委员会国际事务主任、美国科学教师协会国际咨询委员会委员。Hans 教授 20 多年来在公立学校教授科学课程, 并研发出一套名为“综合性与创新性科学教育”的课程, 曾在瑞典、北爱尔兰、挪威、日本等地开展过多次科学教师培训。

屋顶上垂落的长条锡箔纸、桌椅上搭建的简易轨道、经过改装的奇特水桶、装有五颜六色液体的瓶子、会发光的酒杯、蒙着橡皮薄膜的可乐瓶、磁铁、电线、绳子、空牛奶盒、学生作品……2012 年 4 月“做中学”高级教师研修活动的教室被布置成 1 间有趣的科学工作室。2 天中, 40 名小学教师、教研员、科技场馆教育项目工作人员和瑞典斯德哥尔摩大学 Hans Persson 教授、东南大学学习科学研究中心叶兆宁教授共同探讨如何将创造性和多样化作为探究式科学教育的有效手段。

◎ 通过探究式活动激发创造力

Hans 教授认为, 在科学教育中的创造力是指学生能够用一种创新的方式将想法转化为行动, 并用于解决问题的能力, 激发学生的创造力应该从鼓励他们天马行空的想象开始。“魔术水桶”是他最常用的科学导入活动: 给学生展示一个装有漏斗和出水管的小桶, 将带有颜色的液体从不透明的漏斗倒进去, 学生们会发现从出水管流出来的液体都变成无色透明。教师通过组织该活动引入一种科学探究的方法: 让学生猜想能导致这种结果的水桶其内部结构是什么样, 帮助他们提出自己的假设, 追问学生假设的理由, 然后将学生的想法提炼成科学问题, 鼓励他们自己动手实验来验证合理性和可行性。学生可能会凭直觉和生活经验提出木桶里有一块肥皂, 有沙子, 有一片云, 带颜色的液体沉在透明液体下面等猜想。教师要做的就是从学生使用的日常语汇中提取出科学问题。例如, 回应学生提到桶里有肥皂这个假设可以通过一些化学反应来验证; 沙子、木炭等涉及到材料的物理和化学特性, 可以引导从“过滤”这个角度设计验证实验; 云彩可以看出学生对于“蒸发”和“凝结”已经有初步的认识; 至于带颜色液体下沉的方案则可以作为“密度”概念学习的切入点……教师可以将学生提出的假设按照科学学科归类分组, 并尽可能设计方案一一验证, 这个导入活动可以使学生会到科学不只是有一个“标准”答案, 还可以帮助他们了解科学家工作的模型。

在开展“魔术水桶”活动的过程中, Hans 教授注意到有些学生会提出一些奇特甚至“不着调”的猜想: 有的把它的原理和家里的抽水马桶工作方式联系起来; 有人提到桶里本身有大量无色透明液体, 把带颜色液体稀释了; 有的猜想桶里藏有一条变色龙, 或者里面有一个类似于人体“肾脏”的器官; 还有一个学生指出, 大家都是色盲, 所以看到无色液体流出水管……当老师采用开放

背景链接

该研修活动是中国科协青少年科技中心、教育部师范教育司共同主办的“做中学”科学教育实验项目高级研修系列活动之一。该系列研修活动目的在于帮助我国科学教育工作者了解国际科学教育标准、教学资源、教育研究方面的理论发展和实践进展, 为推动科学教育改革、培养科学教育教研专家和科学教育实证研究专业人才提供学习与交流平台。每期研修活动都会邀请 1~2 名国际科学教育专家和国内科学教育专家联合主讲。2011 年在东南大学学习科学研究中心举办了该系列研修活动的第 1 期活动。2012 年, 除了本次研修活动外, 主办方还计划邀请英国约克大学教育学院的专家团队来华主讲。



培训现场

的心态，避免对学生的想法进行正误判断，并且允许多种风格的表现形式时，学生的想象力和创造性就会被充分地激发出来。

◎ 探究“有意义”的问题

如果单纯从课堂组织形式上看，有动手操作和实践环节，教师一不留神，容易把科学探究活动做成单纯的劳技制作活动或者娱乐表演。两者的本质区别在于是否围绕科学概念开展，Hans教授在研修活动中反复强调：要探究“有意义”的问题。

研修活动中的“冰气球”可以很好地区分这两类活动：教师将气球装满水，放入冰箱内冷冻，等成型后将外皮剥掉，剩下圆圆的冰球，然后带到课堂上展示。劳技制作活动可能会关注冰球的外观、形状等表面特征；科学探究活动则会从科学的角度切入，冰球为什么是圆的？过多长时间会融化？在水中是沉还是浮？将盐撒到冰球上会出现什么现象？老师要帮助学生将观察与有关的科学概念，如密度、温度、物态变化等联系起来，引导学生将自己的提问发展成可以探究和实验的一系列过程。

让学生用各种能找到的材料“制作一朵花”是小学劳技制作或者美术课中的常见活动，但是在科学课上做这个活动，学生除了完成制作和表现美感之外，还应关注研究不同花的结构和功能，教师可以从植物学的角度引导学生活动，还可以从材料和实现设计需求的方面有意识地让学生解决问题。其实，“有意义”的探究活动就是指要围绕科学概念，建立学习实践和科学概念之间的关联。Hans教授与2位老师合作，在研修现场展示了一个简短的科普表演：在自己身上缠上细绳，手上套着红白两色纸卡，伸直双手，站在2位身着红白衣服的教师之间转圈，现场弥

漫着热烈而欢乐的气氛，教师们对“电和磁”有关概念的印象变得很深刻。

此外，“有意义”的探究式教育活动还需要从学生原有概念出发。Hans教授举了一个小学生学习“人体”概念的教学活动案例，课堂一开始，教师给每位学生发一张空白的人体形状卡片，让他们在卡片上表现出自己所理解的人体结构。学生们有用彩笔画的，有用纸片粘贴的，有用细线制作的，教师从学生对人体各种表现形式进行深入分析，能够了解学生对“人体”这个概念都了解了哪些部分，了解到何种程度。例如，有些学生描绘出人体肌肉分布轮廓，有些表现出对骨骼形态的基本认识，还有些对心脏血管等器官有模糊的概念，让人印象深刻的是一位学生画出他所认识到吃进去的食物都储存在肺部。基于学生的前概念，老师可以开展更有针对性的探究性活动，逐步帮助学生建构科学概念。

不可否认，组织“有意义”的科学探究活动对教师跨学科知识背景、基本科学素养和课堂控制能力都带来巨大的挑战。

◎ 学习像科学家一样工作

探究式科学教育可以让学生模拟和再现科学家对某些问题研究的过程，鼓励他们像科学家那样，通过实验方法建立科学模型，解释和解决实际问题。像科学家一样工作应该首先保证科学探究活动的科学性和严谨性，例如，研修班上，大家中讨论“温度对皮球弹跳的影响”这个话题，Hans教授提醒老师们应让学生明确如何测量球弹跳的高度，如何保证每次测量标准的一致，用哪些方法冷却球、加热球。科学探究活动要让学生学习、理解和运用科学思维和实验方法，明确起始条件、控制条件，设置对照组。另外，在观察和得出数据之前不进行解释，避免用先入为主的观点得到自己“期望”的实验结果，也是保证科学探究的准确性和可信度的重要方法。

Hans教授还提到，用科学史学习作为教学方法对于帮助学生理解科学家的工作很有帮助。科学史还能让学生加深对科学本身的属性理解认识。《科学教育的原则和大概念》一书中提到，应该让学生认识到每一种现象都具有一个或者多个原因；科学上的解释、理论、模型都是在特定时期内与实施最为吻合的；科学研究可以用于开发技术和产品；科学的运用可能对伦理、社会、经济和政治产生影响等。但是利用科学史教授科学，教师必须要重点帮助学生从故事中看到某个科学问题的研究过程，了解科学本身的发展和变化历程。如果失去了这个教学核心，科学史就会成为历史课而不是科学课了。■