

创造力与多样性：基于探究的科学教育的有力工具

文_Hans Persson 翻译_陈 彧

我叫 Hans Persson，是瑞典首都斯德哥尔摩市的 1 名教师、教师培训者和作者。2012 年 4 月，受中国科协青少年科技中心和“做中学”科学教育改革实验项目教学中心的邀请，我在中国南京和上海开展了教师培训。南京的培训是在东南大学进行的，40 位参训教师来自中国各地；上海的培训是在上海市静安区教育学院进行的，有 30 位上海教师参加。

培训的目的是鼓励教师发展基于探究的科学教育，让他们的课堂更加丰富多彩。我把自己对创造力和探究的想法塞进 2 个很大很大的旅行箱，带着它们万里迢迢飞到中国。培训之后，教师们陆续通过电子邮件告诉我他们和学生是如何使用我装在旅行箱里的想法的，以及他们的教学发生了怎样的变化。能得到如此积极的反馈，完全出乎我的意料。

在这篇文章里，我将给出我在培训中呈现的一些观点和具体活动。培训是围绕瑞典各地和其他国家的课堂案例展开的。我使用了真实的照片和视频剪辑，并给每位教师发了 1 份文档，这些资料都能对教师有所启迪。

培训是从这些问题开始的：

- 怎样提高和保持学生的科学兴趣？
- 有没有区别于传统教学的科学起点？
- 怎样让创造力与多样性成为科学课堂的有力工具？

有力工具？

· 怎样运用科学探究史和科学故事传达科学的本质？

培训的大致框架如下：

第 1 天 (1) 引入 (上午，3 小时)

(2) 参与式培训 (下午，3 小时)

第 2 天 更多的案例、结论 (3 小时)

第 1 天 第 1 部分 引入

◎ 神奇的水桶

作为引入，第 1 天的培训是从被我称为“科学起点”的活动开始的。我尽可能地展示了区别于传统教学途径的案例，它们另辟蹊径，令人振奋。我介绍了自己早先发表在《中国科技教育》杂志中的文章《瑞典科学教学中的创新方法》（见我刊 2011 年第 4 期 6—9 页——编者注）里的一些想法。

首先是“神奇的水桶”。下面我简要描述一下怎样制作和使用这个水桶。我在 1 个水桶的顶部安装 1 个漏斗，在侧面插 1 段软管。当我从漏斗倒入 1 种无色液体时，软管中就流出

无色液体。但是，当我从漏斗倒入 1 种红色或绿色的液体时，软管中仍然流出无色液体，这使每个人都感到惊讶。然后，我给 1 张白纸和一些蜡笔，请学生将他们所设想的水桶内部构造画出来。

如果你这么做，会得到很多惊喜，因为孩子们会告诉你各种各样非常有趣的答案。如果你认真对待这些答案，这个活动的意义就体现出来了。如果你能提供与学生一起交流和探究这些想法的机会，你就会发现它们中的很多都是可行的。这个活动的目的不是找出唯一的正确答案。

在培训中，我分享了孩子们的绘画作品，这些图画反映了他们对水桶的丰富设想（过滤、沉浮、磁体、发动机、化学反应等）。

图 1—图 3 是参加培训的中国教师提供给我的他们在教学中使用这个“神奇水桶”的一些照片。

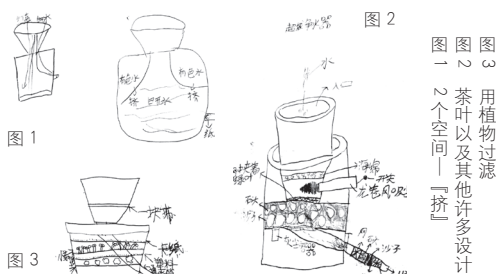


图 3 用植物过滤茶叶以及其他设计
图 2 茶叶以及其他设计
图 1 茶叶以及其他设计

那么，我为什么说这个神奇的水桶可以勾勒出科学的本质呢？

· 水桶让你通过探究来解决有意义的问题，而且你实际上是在尝试弄清事物是怎样运作的。

· 你可以有不同的想法，正如真正的科学家那样。

· 这个活动可以展示科学家是怎样作出假设和预测，怎样仔细观察和得出结论的。

同样显而易见的是，水桶能让你深入了解学生的前概念和他们的想法。你还会发现，水桶能使班级中潜藏的天赋绽放出来。

你可以看到，当我在培训的最后打开神奇的水桶时，每个人都十分好奇（图4）。



图4 揭开“神奇水桶”的秘密

◎ 冰球

当然，我们也用到了“冰球”。这个简单而令人惊艳的东西总能成为科学探究的良好起点。



图5 探究“冰球”——各组教师正在尝试对这个有趣的东西提出可以引发有意义的探究的问题

1个最常见的问题是“这个冰球在水里会浮起来吗？”为了给回答这个问题提供更丰富的背景，我演示了怎样将冰浮于水的原因表演

出来。在固态水中，6个水分子形成1个圈，就像图6中那样。与液态水相比，这样排列的水分子需要占据更大的空间。可见，固态水比液态水密度小。因而冰在水中会浮起来。



图6 不同状态下水分子占用空间大小示意图

◎ 浮与沉

接着，我们通过1个活动——这是我最常做的探究活动之一——更深入地挖掘了“浮与沉”的概念。首先我问孩子们，如果我们将水、食用油和糖浆倒进1个剪去瓶口的塑料瓶，会发生什么。接着，我们开始实验——先倒油，再倒糖浆，最后倒水。实验结果总是会让孩子们非常惊讶。

最后，我还要向这个塑料瓶里丢1个金属螺钉、1段意大利面、1截蜡烛、1块土豆和1块苹果——多么好看又有意义的探究！



图7 “浮与沉”

第1天 第2部分 教学策略的多样性

在“引入”部分之后，我开始了第1天的第2部分——探讨多样的教学策略对于满足课堂中不同学习者需要的重要性。为了更形象地说明这一点，我将教师比喻成富有创造力的画家。画家有1块色彩斑斓的调色板，他从中挑选合适的颜色。教师也有1块“教学策略调色板”，在设计课程时， he 可以从调色板上选择所需的教学策略。多年的教师和教师培训者的

经验告诉我，使用多样的教学策略是非常重要的，这不仅可以提高学生的科学兴趣，也有助于保持学生和教师自己的科学兴趣。

如果在设计课程时能意识到这一点，你的教学方法就会更加丰富。令我感到十分欣慰的是，这在新的瑞典课程中也得到了强调——“学生能思考不同的工作途径和方法。”

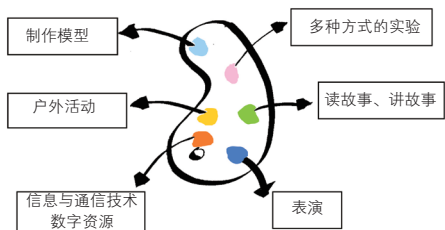


图8 教学策略调色板

教学策略之“实验”

调色板上的第1种色彩是“实验”，这种方法与科学及科学工作有着紧密的联系。我们必须认识到，这种方法本身也包括多种方式：可以是神奇水桶那样的演示实验；可以是个人或小组实验；也可以是家庭实验……在本文的稍后部分，我会给出相应的例子，但是现在我想先讨论几个值得思考的问题：谁发明了实验这种研究策略？它是怎么开始的？谁是第1个做实验的人？

◎ 谁让小球滚起来了？

说到第1批科学家时，我们通常会联想到古希腊哲学家。从“哲学家”这个称谓，我们就可以知道他们确进行了许多观察与思辨。但他们的方法并不是真正的探究，他们并没有像现代科学家那样做实验。尽管如此，他们仍然提出了具有巨大影响力的理论，例如影响了人类社会近2000年的“四元素说”。

在威廉·吉尔伯特(William Gilbert, 1544—1603)1600年发表的著作《论磁石》(*De Magnete*)中，你可以找到今天我们在世界各地的课堂中所做的这种科学实验的1个重要开端。比如，这本书记载了吉尔伯特的1个发现：他用实验说明了“整个地球是1个巨大的磁体”。吉尔伯特的书和他通过实验探究事物运作规律的方法对意大利科学家伽利略·伽利雷(Galileo Galilei, 1564—1642)产生了巨大的影响。

在伽利略所做的第1批实验中，有1个研究小球沿木制轨道运动规律的实验。他测量了小球沿轨道向下运动不同长度所花费的时间，也研究了轨道倾角对结果的影响。

在使用伽利略的这个斜面实验时，我可以谈论它的起源，将它作为科学史的1个重要部分。但是，我也可以将它用作所有其他实验和研究的一个模型，这被我称为“模型实验”。于是，我复制了这个轨道，把它用于在中国的培训中，我们很好地讨论了“当你开展实验的时候，你需要做些什么”。

为了记录实验过程，我使用了即时贴，并在白板上设计了这样的表格(图9)。

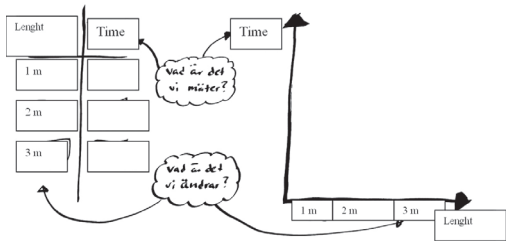


图9 “轨道实验”记录表

在实验时，你需要测量一些量，因而这个表格的右边显示的是“我们测量的”。在这个案例中，我们测量的是小球运动的时间。在实验时，你还会改变一些量，因而这个表格的左边部分显示的是“我们改变的”。在这个案例中，我们改变的是“长度”。当然，你可以改变的量还有很多，比如轨道的倾角、小球的材质等。为了得到有意义的结果，我们每次只能改变1个量——这个活动为我们指出这一点提供了非常好的契机。你可以按照下面的方式开展伽利略的轨道实验。

● 需要的材料

3米长的轨道(可以用木材制作，也可以用管道隔热套来制作)、金属小球、秒表(或具有秒表功能的手机)。

● 实验过程

分别从1米、2米和3米长度处释放小球，别忘记先说说大家认为会发生什么结果。

让尽可能多的学生测量时间，并保证每次释放小球的是同一个人——他在释放小球时要提醒大家“各就各位—预备—开始！”

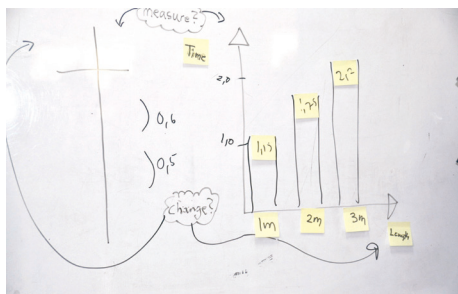


图10 “轨道实验”记录

在即时贴上记录结果。将写着“时间”的即时贴移动到y轴旁，将写着“长度”的即时贴移动到x轴旁。你可以很容易地将其他即时贴移动到相应的位置，然后得到1张漂亮的图表（图10）。

这样，你就可以将实验结果一览无余，还可以讨论许多科学问题：

- 如果小球滚1米需要1秒，为什么滚2米并不需要2秒呢？
- 改变轨道倾角有什么影响？
- 如果我们做1个20米长的轨道，能看到什么现象？小球会滚得越来越快吗？

◎ 温度对球的弹跳有什么影响？

我举了1个例子来说明有意义的家庭实验：我请学生们解决这样1个问题——温度对球的弹跳有什么影响。

我告诉学生，他们将有1周的时间在家中完成这个实验。家庭实验有一些独特的优势，比如：

- 你使用的是日常器材，你把科学带到了日常环境中。
- 每个学生都有动脑和动手的机会。
- 家长也参与到学习过程中。

在学生开始回家“动手”之前，他们必须思考这些问题：

- 我能使用哪种球？
- 我怎样加热球？
- 我怎样冷却球？
- 我怎样测量？
- 为什么球的弹跳能力增强了？

怎样记录你的实验过程和结果？对，你还可以使用即时贴策略了，它非常容易做。这一

次，“我们测量的”是高度，“我们改变的”是温度——热、室温、冷。

“弹球”实验是我最喜欢的实验之一，因为孩子们会把很多很有创意的记录带到课堂上来，让我感到惊喜。当然，这个实验也为我提供了1个很好的机会去谈论空气、气压，以及为什么球变热后弹得更高。

◎ 你能在1元硬币上滴多少滴水？

我在培训中还分享了1个活动，这个活动要解答的问题是“你能在1元硬币上滴多少滴水”。许多教师都喜欢这个活动，因为它不仅有意義，能激发学生的兴趣，而且容易做。

- 需要的材料
滴管、水、1元硬币。
- 实验过程

你首先要问学生“你能在1元硬币上滴多少滴水”。学生通常会回答三四滴，极少有学生会说到10滴以上。想象一下，当看到表面张力使水滴们在硬币上积聚成1个巨大的“水堆”时，学生们会多么惊奇！在瑞典，我曾经见过1位老师成功地在与1元人民币差不多的硬币上滴了140滴水。

如果你还想继续与表面张力相关的活动，你可以在水中加一些洗涤剂再试一试。

◎ 火箭

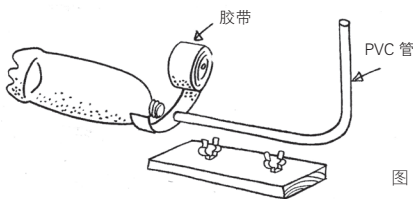


图11 “火箭”

- 需要的材料
2段直径0.5英寸的PVC电缆管、1段PVC弯管、1段厚木板、胶带、1个空塑料瓶、纸。
- 活动过程
将电缆管固定在厚木板上。用宽胶带将塑料瓶固定在电缆管的一端。用纸做成与电缆管相适应的小火箭。

到户外去，猛踩塑料瓶，火箭发射了！

如果你正在寻找1个确实能提高学生科技兴趣的活动，那么，这就是你需要的东西。它



图 12 中国的孩子在做“火箭”活动（这张精彩的照片是参加培训的教师发给我的）

蕴含了许多关于空气和气压的知识。它很有创意，而且实在是太有趣了。

第 2 天 教学策略的多样性（续）

教学策略之“故事”

我继续阐述我的“调色板理论”——教学策略的多样性。这次我强调的是将读故事和讲故事作为 1 种科学学习方法的重要性。当然，将从报刊或互联网上获得的信息主题告诉学生是这种策略的实施方案之一。但是，我认为科学史中的故事是 1 个非常有用的资源。当教师想要谈一谈科学本质的时候，这些故事和事件常常会很有帮助。科学故事并不只是 1 张大胡子的照片和他的生卒年份，我想更重要的是讲一讲世界各地的人们在不同的历史时期是如何思考问题的。科学教育非常需要这样 1 个全球化和关注全人类的视角。

在这些故事中，有 1 个故事讲述了第 1 块磁石是如何被发现的。在培训中我讲了很久很久以前 1 个牧羊人丢了小羊的故事。当这个牧羊人到 1 个山洞里找它的小羊时，他的牧羊棒被山洞顶部的 1 种看不见的力量吸引住了。这个牧羊棒的手柄是铁做的。于是，牧羊人跑回他所住的村子，召集了村民来调查山洞里的秘密。人们来到山洞，从洞顶敲下几块石头，发现这些石头可以吸引铁做的东西。第 1 块磁石就这样被发现了。这个�故事的发生地靠近 1 个叫 Magnesia 的村庄，在现在的土耳其境内。

开始时，这些石头被用于治疗疾病。因为这种神奇的石头有 1 种看不见的吸引力，很多人都以为只要用它接触身体，它就能吸走让人

生病的东西。这种奇特的想法甚至在今天仍十分广泛地存在着。

另一种切实有效的使用磁石的方法是中国入发明的。当你将磁石用一根线悬挂起来，它总是指向相同的方向。你一定知道，这项发明就是指南针。

大约 10 年前，我出版过 1 本书，专门讲述这样的科学历史故事和事件。这本书叫《科学好奇心》。2000 年，我因为这本书获得了 Carl von Linneus 奖章，这是瑞典的 1 个文学类大奖。

教学策略之“表演”

调色板上的另一种颜色是“表演”。你可以表演科学史中的不同场景，也可以表演日常生活中有意义的科学内容。我在科学教学中用得最多的是通过表演阐明不同的基本科学概念。其中的一个例子是前文提到的关于固体、液体和气体的表演。

我也表演了电动机是怎样工作的。在做这个表演时，我需要将自己用 1 根 3 米长的电线绕起来——这样我就是 1 个“线圈”了。接着，我在地上放 2 张 A4 纸，一张纸上写着加号，另一张上写着减号——它们代表电源的正负极。我的双脚分别踩在这 2 张纸上——这表示我这个线圈连接着电源的两极了。现在我告诉学生自己身上的电线里有电流了，这使我升级为 1 个“电磁铁”。为了更加具体和形象，我做了 2 只“手套”，戴在自己手上。用 A4 纸就可以做成这样的“手套”，每只“手套”的一面涂成红色，另一面涂成白色。我张开手臂面向观众，使观众看到一只“手套”的红色面和另一只“手套”的白色面。我转过 180 度，双脚互换了“电极”。现在我是背对着观众的电磁铁了。观众可以看到我的 2 只“手套”的背面——仍然是一红一白。我再转 180 度，面向观众，“手套”还是一红一白，并且在观众

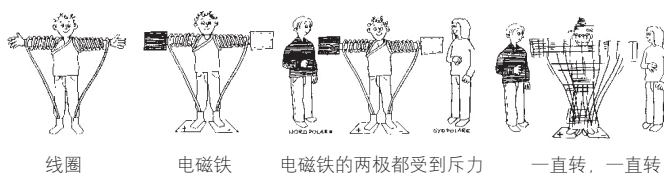


图 13 表演电动机是怎样工作的

看来红色和白色始终出现在“电磁铁”转轴的同一侧。

我请穿红色衬衫或夹克的助手站在观众看到“红手套”的一边，穿白衬衫或白夹克的助手站在观众看到“白手套”的一边。他们代表我旁边的永磁体。当然，穿红衣服的人是红色一极对着我的磁体，穿白衣服的人是白色一极对着我的磁体。由于永磁体的红色极对着我的红色极，永磁体的白色极对着我的白色极，我就被推得转了起来。转过 180 度后，仍然是同极相对，因而只要电源为我供电，我就会一直被推着转动。这就是电动机的工作原理。

教学策略之“制作模型”

在我以前的文章里，我向大家展示过怎样让学生“制作 1 朵花”。这只是调色板上的最后 1 种色彩“制作模型”的 1 个例子。这种策略要求完成真实的任务，解决有意义的问题，而不仅仅是像做填空题那样纸上谈兵。这样，你才能真正得到创造的机会和提出自己的观点与创意。我之所以采用这种方法，是因为我的一些高年级学生常常抱怨课堂中的科学太抽象了。这种现象是众所周知的，研究表明，它广泛存在于世界各地，而不仅仅发生在我的学生身上。为了让科学内容更具体、科学学习过程更有创造性，我使用了许多建模活动来体现科学概念。我第 1 次实践这种方法是在孩子们学习人体时。我们试着制作了人类的身体，所以你可以称之为制作人体模型。

我们用石膏、布、尼龙搭扣及其他可用的材料制作模型，用它来解释人体外部和内部分别是什么样子的。这些模型会被展览和供其他学生使用。这样，我们得到了许多幽默和富有想象力的反馈。很明显，学生们对于他们的作品非常自豪，这也是这种教学方法的成果之一。它使科学成为兼具创造性和美感的经历

结论

培训以“结论和教学的转变”收尾。图 14 可以简明地总结培训的主旨，它更注重创造力的教学方式，它区别于传统的教学，而且是 1 个循环的过程。

(1) 如果真的有需要研究的东西，你就会开始想象和思考。

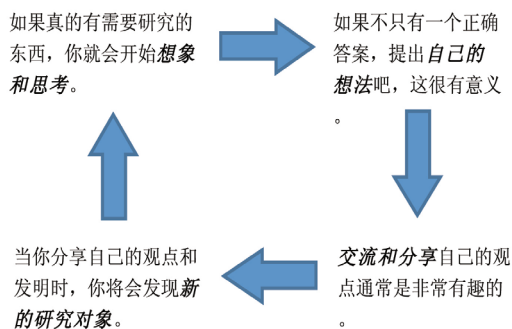


图 14 教师培训的主旨

(2) 如果不止有 1 个正确答案，提出自己的想法吧，这很有意义。

(3) 交流和分享自己的观点通常是非常有趣的。

(4) 当你分享自己的观点和发明时，你将会发现新的研究对象。

(5) 如果真的有需要研究的东西……

在瑞典的新课程中，你也可以找到这种必要的转变。新课程的总体目标与方针部分指出，教学应当发展儿童的理解，以使他们——“能创造性地解决问题和将想法转化为实践。”

在我收拾行李返回瑞典之前，我还向南京和上海的老师们展示了怎样将音乐应用到科学教学中。音乐已经成为我生活的一部分，因而我总是在教室里放 1 把吉他。在学习科学或数学课时，我时常会请孩子们写一些关于我们所学内容的小诗。下面是由 11 岁的小学生作词的关于磁体间引力的歌。当然，我演唱了这首歌，以它作为培训的尾声。并且在上海的培训中，我的翻译陈彧为这首歌写了精彩的中文歌词，每位老师都参加了演唱。多么美好的回忆啊！

不管天空是晴还是雨

磁铁们总是粘在一起

红衣裳蓝衣裳

它们穿情侣装

爱情甜蜜燃烧在心理

能被邀请到中国讲课是我的荣幸。这 2 场培训的顺利进行离不开许多人的支持——叶兆宁教授和她的包括陈彧、赵冰蕾在内的团队，上海的曹坚红老师，当然还有中国科学技术协会，请允许我在这里对他们表达我真切的感谢。我还要感谢参与培训的所有老师，你们真的很棒。我期待着自己再次获得这样的机会。■