

移，控制组和干预组有了很大的区别，干预组大脑有了明显的变化。从前额叶、枕叶的变化可以看出，右脑的功能逐渐向左脑转移，这说明大脑是可以干预的。同时，我们还发现白质和灰质也发生了变化，但是我们并不知道到底是什么情况导致大脑的激活程度不高，这还需要进一步研究。

目前，哈斯金实验室的脑功能成像项目主要集中在以下 5 个方面：①考察学习和巩固口语、书面语材料时的个体差异及其相关神经

通路；②将我们的神经生物学研究扩展到多种语言的学习，以及双语人群；③在不同的语言学习中，将早期言语运动学习（speech motor learning）相关脑组织的个体差异与后期的阅读发展联系起来；④将哈斯金实验室的脑功能成像研究扩展到阅读理解及其障碍；⑤更好地将计算模型与神经生物学数据联系起来，强调其动力学特征。

希望有更多的机会可以和中国的科学家们一起开展这些研究。■

课堂内外理解的误区

报告人_Marc Schwartz



报告人简介：Marc Schwartz，美国得克萨斯大学阿林顿分校教育学教授，国际心智、脑和教育协会（IMBES）西南中心主任。该中心提供了一个平台，旨在鉴别与支持在神经科学和认知科学交叉领域中的研究工作来指导教育实践，同时严格审查在教育、认知科学和神经科学之间出现的工具和模型，以此建立一个研究者、从业者和决策者之间的协作网络。

Schwartz 博士是 IMBES 的创始成员、前副主席，以及现任主席。IMBES 的使命是促进在生物学、教育学，以及认知与发展科学上的跨文化合作。Schwartz 博士也是哈佛大学—史密森天体物理中心（CFA）科学教育系的一名副研究员，他在 CFA 的研究工作集中在物理、化学和生物教育中的学习与教学之间的动态关系。

我曾做过 10 年的高中教师，教过化学、物理、科学等课程，有着一定的教学经验。我今天的报告会以一些实例来向大家介绍对于科学概念的理解存在哪些常见的误区，并探讨哪些教学方法可以帮助学生更为深刻地理解这些概念，并成功地迁移到其他情境中去。

以阿基米德原理为例，这一原理在北美和欧洲的 K—16 课程里体现得非常充分，其基本思想是沉入水中的物体体积等于其排开水的体积；浮在水面上的物体受到的浮力大小等于所排开水的重力。对于阿基米德原理的理解，感官起着很重要的作用。以视觉为例，假设一杯冰水混合物，水里面有很多的冰块，一些在水下，一些在水上，冰完全融化以后水平面会发生变化吗？有人认为会发生变化，有人则认为不会发生变化，相对来说回答不会发生变化的人比较多。为什么大家不能对这样的问题达成一致呢？我在哈佛大学的硕士生们做了一些相关的研究，这些硕士生本科都是教育背景，对科学有一定的理解。

我让我的学生们在线研究了这个问题，有大约 15 000 左右的人填写了问卷，另外还有大约 40 万人阅读但并没有填写问卷。结果显示，

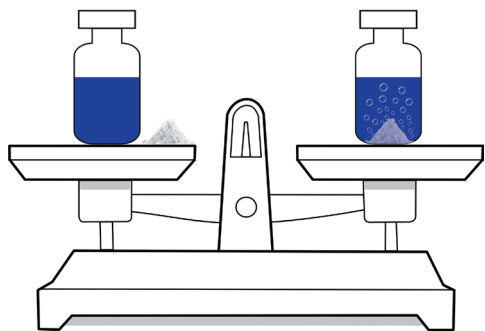


图1 放置密封罐的天平

54%的人认为水面不会变化，22%的人认为水面会下降，另外24%的人认为水面会升高。为什么会出现如此大的差异呢？我们来解析一下人们是如何逐步理解这个问题的。

学前儿童总是对水充满了兴趣，他们很喜欢玩水，对此不亦乐乎，因此儿童从小对水是有一定感知的。从水的性质来讲，水是流体，会流动，我们都知道当物体放入水中后，水位会上升。个体的真实性理解能力随着年龄的增长逐渐成熟，大致可以分3个阶段：感知运动（Sensorimotor）阶段、具象（Representational）阶段和抽象（Abstract）阶段，每个阶段又可以分为4个层级。儿童早期对水和冰的认知是这样的：“水是透明的、湿的、流动的”，“冰是冷的、硬的、浮在水面上的”，这是处于感知运动阶段和具象阶段之间（大约1~1岁半）；到了具象阶段的第2层级（大约3岁半~6岁半），儿童会认识到“将物体压入水中，水面会上升”，“冰块的体积会发生改变”；到了具象阶段的第3层级（大约6岁半~10岁），儿童会认识到“在水下，冰块占据的水的数量和它自身的体积一样大”，“冰块占据的水的重量和冰块一样重”；在达到具象阶段第4层级与抽象阶段第1层级时（10岁以上），儿童会认识“沉没物体所占据液体的体积等于其自身体积”，“漂浮物体所占据液体的重量等于其自身重量”，这就是阿基米德原理。

学习是一个慢慢展开的过程，而且往往是一个暂时性的过程，很容易反复，即使某个阶段看上去理解了某个概念，但往往也未必能够很好地

应用于实际情境。例如，一艘巨大的邮轮能否浮在浴缸里（假设这个浴缸足够大）？一个充满氧气的气球能否在月球上飘起来？诸如此类。

再举一个化学中物质守恒的例子，一氧化碳和氧气燃烧生成二氧化碳的方程式大家应该都会配平，这是一个传统的经典问题，大家也很容易理解在这个化学反应中物质是守恒的。现在换一个概念性的问题，假设有一个天平处于平衡状态，两边各放置了一个密封罐。左边托盘上的密封罐中装了醋，旁边还有5克的小苏打（不在密封罐中）；右边托盘上密封罐中也装了同样多的醋，在罐子里面还有5克的小苏打。当右边密封罐中的小苏打与醋发生反应时，请问天平会如何变化？（如图1所示）

在国家自然科学基金的支持下，我们做了相关的一些研究。第1项研究有82名13~14岁的学生参与，我们设计了动手做的课程，请了3位8年级的教师，进行了为期11~12天的教学对比研究；同时我们采用了1个由15道题目构成的概念问卷，进行了前测和后测，结果令我们大失所望。前测中有30%的学生正确回答了问卷，后测中也只有38%的学生正确回答，这个结果令我们十分诧异。因此，3个月后再重新设计并开展了教学实验，2位8年级教师、64名学生参与了增强课程，该课程在前面课程的基础上增加了3天的再引入练习（reintroduce practice）和情境转换，这3天中不断地改变该问题的情境，增加了许多的讨论环节和实践操作。例如我们会让学生讨论如果把密封罐的盖子拿掉会发生什么情况，如果我们把右边的密封罐充分加热到所有的水都变成了气体会发生什么情况，等等。结果表明，学生的正确率大幅度提高到了71%。

从前面的介绍可以看出，学生的学习过程并不是一个直线或阶梯上升的过程，会出现很多的反复。有时候看似学生理解了某个概念，但是如果一旦情境发生改变，学生就难以迁移过来，这说明学生其实并没有真正地理解这个概念，仍然是处于对这个概念表象或某种具体现象的认识上。因此，我们需要通过创设新的问题情境，引导学生进行充分的讨论和实践，只有这样才能帮助学生真正地理解这些概念。■