

[脑科学与科学教育]

Carl Wieman 教授的科学教育改革

文_韦 钰

韦钰，电子学专家，教育家，中国工程院院士，中国少数民族教育学会理事长，中国电子学会副理事长。曾任教育部副部长，中国科协副主席。



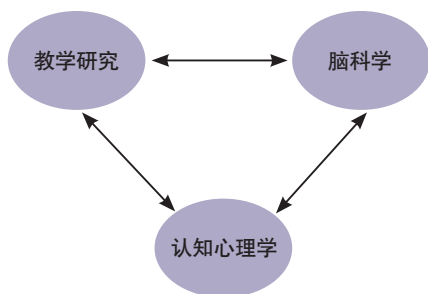
Carl Wieman 是美国麻省理工学院 (MIT) 的物理教授、诺贝尔物理奖获得者。2010 年，他被提名并经议会通过成为了奥巴马政府白宫科学技术政策办公室 (The White House's Office of Science and Technology Policy Associate Director of Science) 的副主任，负责处理有关制定科学政策的问题，其中也包括与科学、技术、工程和数学教育政策制定的有关问题。

近年来，他在不同的会议上进行过多次主题演讲，介绍他对 21 世纪科学教育的观点，以及在麻省理工学院所做的基础物理教学改革的实验和实证结果^[1]。他认为，在过去的 20 年里，在以下 3 个学科的跨学科研究的基础上，形成了新的教育学，从而揭示了如何能有效地进行教学和促进学生学习的一些重要规律。21 世纪的教学应该基于脑科学、认知科学和课堂教学研究之间的跨学科研究，他把这种新的教育学研究方法称为神经教育学 (Neuroeducation)。

基于上述领域里获得的研究结果，以及他本人在麻省理工学院实施的教育改革的实证研究，Wieman 教授明确提出：21 世纪不仅是科学教育，也包括其他学科的教育，都应该用科学的方法和由技术提供的科学工具来进行。这样的教育至少应该包括以下 4 个方面：

1. 依据科学研究得到的基本原理来指导教学；
2. 检验教学实践的结果需要实证，这些实证应该包括来自标准测试数据的支持；
3. 所提供的教学经验和结果应该用学术研究成果的方式来传播和重复；
4. 在教学实践中要充分地使用现代技术。

Wieman 教授在提出新的教学方法中强调指出，在一个信息传递如此方便和快捷的信息时代，如果一名具有专业知识的教授起到的作用只是传递信息、简单地传达概念，那么还需要专家来授课吗？所以，教师的作用不是单纯地传递知识，教师的关注点不应该是将自己了解的科学概念尽可能地讲清楚，让学生能掌握这些具体的知识，而是应该传授自己作为专家所特有的思维模式，把自己的专家思



维方法传递给学生,使学生具有在科学技术飞速发展的21世纪中所必须具有的能力,这才是有效的教学。

那么专家的思维方法和生手的思维有什么不同呢?

生手的知识往往是由教师传递的,缺少和实际情境的联系。通俗地说,是一些“死”的知识,是书本上由别人归纳出来的知识。这些知识常常是一些零碎的片段,而没有形成特定的模型和框架。生手遇到需要解决的问题时,会用记住的一些方法(老师教的方法)来匹配当前的情况,很难产生自己的、有新意的解决方法。而专家的思维能力则与之不同,其特点包括:

- 专家掌握的是一些经过证实的核心知识,这些知识是通过实践获得的,是和经验以及实际的、真实的背景情况相联系的。拿我们通俗的话来说,是经过自己消化过的、使用过的“活”的知识;

- 这些知识在脑中组成了有特点的框架,包括科学概念的模型、科学概念之间的相互联系和连接。由于形成了特定的模型和框架,在解决问题时,专家能够在他的工作记忆中有效地提取信息,并在决策和行为中有效地加以应用,形成解决问题时专家所特有的、较系统的、基于模型的、便于广泛运用的策略,有时还能形成创新的思维。

- 具有监测自己思维和学习过程的能力(如我自己理解这个概念吗、我如何能检验这点……)。

脑科学的研究已经为上述观点提供了实验的证据(另文介绍)。因而,从一个生手变为专家,需要改变脑中的生物结构。脑科学研究告诉我们,人脑中形成的长期记忆一般是需要反复刺激,而且是需要有效的刺激,才能形成。所以,从生手到专家思维方式的改变不可能一蹴而就,需要有合适的刺激,需要重复和强调的刺激。

因此可以看出,探究式教育是否有效,教师是很关键的。从事探究式教育

的教师本身最好能具有研究的经验,具有专家的思维。这种专家型的教师具有以下的特点:

1. 引导学生学习有用的和有兴趣的问题,能激励学生学习的主动性;

2. 能用适当的方法了解学生的前概念;

3. 能对学生进行有效的刺激:教师针对学生的讨论和学习进展情况,不断地提出有挑战性的、可以引导学生思考和讨论的问题(实际上这就是我们在探究式科学教育中提出的形成性评测的问题)。

在这里,我们可以重温一下2010年10月在英国约克大学召开的IAP-IBSE(Global Network of Science Academies-Inquiry Based Science Education)科学教育会议上讨论的结论。在会议的总结中,给出了对探究式科学教育的定义:基于探究式的科学教育是一种使学生逐步掌握核心科学概念的有效教学和学习方法。在这类教学方法中,学生学习如何进行科学探索,建构他们的知识,理解他们周围的世界。在学习中,学生运用了与科学家类似的技能,如提出问题、收集数据、推理和联系到已经获得的证据,从而得出结论和对结果进行讨论等。探究式的教学方法不仅包括了学习的实践过程,还应该包括对教学过程的评估和评测。虽然Wieman教授在他的报告中没有明确地提到探究式教育这一名词,但是从他所给出的教学实例来看,正是对探究式教育的一种十分清晰和深刻的说明与展示。

显然,没有合格的教师,即使是有好的标准和教材,即使是走过了探究式教育的过程,其结果也并不一定会有效,甚至于还可能不如传统式教育那么见效。这样的专家型教师是很宝贵的,如何能让这样的教师资源充分得到应用呢?在探究式教学的课堂中,教师会遇到无法及时了解学生学习进展的困难。大班教学时,这种困难就变得更难应付了。为此Wieman教授研制了一种无

线应答器(click)。这种科学工具在美国的中学和大学里很快地获得了广泛应用。2011年在墨西哥举行的国际科学教育会议上,原美国科学院院长、现任《科学》杂志主编Albert教授就在会上的特邀报告中展示了他应用“click”进行科学教育教师培训的图片。

Wieman教授运用他的教学理念和“click”,在麻省理工学院对基础物理课实施了教学改革。结果表明,与传统的教学方法相比较,学生对概念的掌握和思维能力有着明显的提高。用传统的教学方法在授课15分钟以后,学生能回忆起的讲课内容只有10%左右;而用改革以后的方法,学生在2天以后仍然可以保持90%的记忆量。在学生对概念的理解方面,则从15%~25%,提高到50%~70%。同时学生在学习的兴趣和解决问题的能力方面,也有明显提高。

在2011年9月举行的有关脑科学和教育的会议上,Wieman教授进一步指出:神经教育学将会对教育政策、教学方法和教育内容产生重大的影响^[2]。

主要参考文献

[1] Carl Wieman, Science Education for the 21st Century: Using the Tools of Science to Teach Science, 用iTunes从MIT发布的学术讲座中可以下载演讲的视频。

[2] Carl Wieman, Cognitive Neuroscience of Learning: implication for Education, 2nd Annual Aspen Brain Forum, Sept. 26-28 2011.

注:现在东南大学学习科学研究中心已经研制出较好的“click”系统,并且应用到国培计划的科学教育教师培训之中,收到了很好的效果。■



全民科学素质行动
科学教育专栏