

学习的资源和内容呢？在让学生开发这种资源的过程中，他们可以变成科研工作者、记者、摄影师，他们把这些资源整合在一起，能够开发出很好的课程内容。

还有一个很好的案例，我们把它称作是颠倒式的课堂学习方式。在颠倒式的学习课堂中，教师把课程的基本概念、基本内容，通过录像的方式放到互联网上，学生可以在家里或者是在到学校的路上通过互联网在他们的手机或电脑上完成课程的学习。当他们到达学校时，在原本应该听教师传授这些内容的课堂上，他们把相应的知识做集体的应用和练习，这时教师可以更好地为他们进行辅助。我们都知道知识的应用比知识的传授更为重要，这种学习方式给了教师更多的时间和机会来辅助学生进行学习和实践。

学习科学的大量文献已经证明了团队学习是非常重要的，学生以团队的方式学习知识，能够帮助他们更好地理解相关的概念。Justin 是英特尔首席技术官，我们曾经有机会邀请他为英特尔的教师作一个在线的讲座，在讲座的最后有教师问他作为英特尔首席技术官他认为对高中学生而言最重要的 21 世纪技能是什么？Justin 毫不犹豫地回答是“团队合作”。团队合作和同伴之间的互相帮助，这种互动是科学学习过程的核心所在，它也应该是我们教师 and 学生的教学方式的核心。现在，因为互联网资源的发展，我们在网络上可以找到很多相应的资源帮助教师和学生互动，开展团队合作学习，让学生们能够方便地与自己的导师分享观点，就像面对面在学习一样，能够得到相应的反馈意见。■

科学研究中的探究性学习

演讲人_Russ Fisher-Ives 录音整理_朱 方

能在这里跟各位教育同仁进行分享，真的是一种荣耀，因为我们有着共同的信念。我们都有学生，而且要在未来让学生们得到发展，我们有这样的共同点。今天我主要讲的是一所学校用了一种独特的方式让学生来做研究，我希望在座的教师能把其中一部分应用到课堂当中去，吸引学生参与到课程研究中来。我们希望实现的终极目标是让学生能够对科学感兴趣，进行思考，并参与到科学研究中来。无论是数学、科学、艺术或者音乐，我们希望让学生在每一个领域中都去发现问题，就像科学家和工程师发现问题一样。之前我在中国听到很多教育界的同仁说探究是一种活动，但是我认为探究不是一种活动，而是一个过程，可以被应用到每一节课当中去。孩子们在小的时候会提出很多问题，但是等他们长大了，却提不出问题了。我们想重新唤回所有学生的热情。如果不能激发学生的兴趣，他们就不能兴致勃勃地参与课堂活动，去收集数据、作分析，然后



Russ Fisher-Ives 先生是美国探究促进者公司 (Inquiry Facilitators, Inc) 主席。1999 年受第 2 届英特尔国际科学与工程大奖赛英特尔 ISEF 教育家论坛邀请，曾担任演讲嘉宾，这次演讲改变了他的一生。2007 年他从学校退休后成立了美国探究促进者公司这一非营利机构，一直致力于科学教师的培训以及探究性学习在课堂上的应用。

信心满满地汇报他们的研究成果。这不是一次探究活动就能实现的，而是要贯穿教师的整个教学过程，让学生掌握几种探究的技能。

我从上个世纪就开始了教学生涯。我一开始从事教学的学校根本没有学生做研究，当时我向同事们提议去发动学生做研究，但是他们给了我好多借口，如学生没办法做研究、不想做研究，或者说根本没有足够的时间或是资源去做研究。但是后来我发现所有教师的潜台词是：其实我并不是真心想这么做。只是把责任推到学生身上可比责怪自己要简单多了。之后我调动到了一所新的学校，成为那所学校的科学教育主管。当时有人问我要怎样改变这所学校的科学教育现状，我的回答是要去做科学，而不是学科学。虽然我在接受采访时说了这个话，但是回头一想我该怎么做这件事呢？在参加英特尔国际科学与工程大奖赛（Intel ISEF）以及教育家论坛期间我得到了非常棒的经验。在那里我看到了英特尔国际科学与工程大奖赛的选手们非常兴奋、非常好奇，他们真的是在做研究。所以作为教师我们也得带有那样的激情。最令人惊奇的是这些学生不是什么天才，他们就像我们学校的那些学生一样，但是这些学生在做这样的事情，而我们的学生只做到了这种程度，究竟是什么原因呢？回到学校之后我相当兴奋，我们组织了一个夏季研习班，吸引了24位对科学教育有兴趣的教师，一起研究了英特尔国际科学与工程大奖赛的规则，认为得运用那套规则。为了学习怎么做探究，我们上网参考了一所大学的探究中心提供的资料。所以一开始我们就直接照搬了他们的观点运用到课堂中，但效果却很不理想。我对同事们说不能就此放弃，要反思并找到改善的地方。我们运用探究学习的过程，编制了研究主题，供全体学生选择参与。2002年，我建立了美国探究促进者公司，为新墨西哥州培养参加英特尔国际科学与工程大奖赛的项目。2007年我们申请主办这项比赛，结果很成功，探究促进者公司成为新墨西哥州主办地组织委员会的一员。

但是另一方面还有我们需要注意的一个地方，就是我们怎样知道学生确实进步了，我们怎样知道学生确实学会探究了？所以说我们看到学生的研究项目的成果，得看到学生真的

变成研究者。有的教师建议把最聪明的学生都调到一个班里去，让他们做研究。当时有很多教师兴致满满地同意，但我认为，应当对所有的学生都开这门课，它不是针对最聪明的学生的，而是针对所有学生的。不只是在科学方面，我们想在所有的内容方面都来做探究。这对我们来说也只能是摸着石头过河，我们不知道最后学生会变成什么样子，可是我们知道这是给学生一个新的机会。我们让学生做探究并不是在一节课的中间或者说一节课的结尾，而是在一门课的全部课程当中让学生去做探究。虽然我是教物理的，但是我让学生选择任何方面的题目来研究，哪怕不是我教的项目，其他教师也这么做。我们把一学期整分成3段。一开始学生只是做头脑风暴，思考构建整个研究过程，接下来学生实施研究过程，最后他们收集数据得出研究结果。我们在3个阶段进行的过程当中给学生打分，最后期末考试成绩里有10%正是基于学生做的这个研究项目，所以学生也懂得它的重要性。

探究要从谁开始呢？探究就要从在场的每一位开始。请把刚才得到的那把钥匙拿出来，放在手心里。这把钥匙是一个象征，它象征着教师是为学生打开门的人，让学生去找到一个前所未有的新的机会。可能这么做会使教师离开平时的比较舒服的氛围，但同时会看到新的问题和新的挑战。无论教学的内容是什么，学生都要经历探究学习的研究过程。我们用到的是这5种技能——提问（Questions）、调查（Investigations）、联系（Connections）、讨论（Discussions）与反思（Reflections）。教师在探究学习推进的过程中所扮演的角色是帮助学生了解如何运用这些技能和在什么时候运用这些技能。我们把这5个词张贴在教室里，既是提醒教师，也是提醒学生。在教学中，教师不但要完成教学内容，同时要完成探究技能这一系列过程。在整个探究过程的行进过程中，我们会发现这些技能好像也在起着变化，一开始看起来比较笼统，但是慢慢地它就变得比较细化了。比如说提问，一开始我们只是有一个比较模糊的概念，就是一般提问的规律。但是通过组织思考之后，就会把一开始比较笼统的问题，变成一个可测的问题，这样就从一开始

的整理过程，最后变成制造出了一个新的可研究的问题。

对于教师来讲，需要调整自己原本的教学方法。无论是教师还是学生，对教学方法的改变都需要逐渐适应。改变的幅度可以是每10天中有1天在课堂上使用探究学习的策略，也就是10%的调整。教师要在过程和内容上进行革新，让学生成为研究者，通过推动探究过程和教授知识，使学生达到以下目标：选定要研究的课题，提出可测试的问题，收集分析相关数据，以及展示研究成果。

下一个阶段是推送，就是把我们的想法经过组织整理，制造出一个问题向学生提问。这并不是说教师提出一个不错的问题，学生就一定会接受。教师需要去说服学生。假设这里是一个课堂，我想让大家体验课堂上如何做到让每个人都能够参与探究。假设在座的教师们都是课堂中的学生。一开始要给大家展示的，就是“建立联系（connections）”这种技能。首先我要提问，在场的所有人中不知道拼图是什么，或者没有玩过拼图的请举手？因为在场的每一位都有过玩拼图的经验，我这个问题就跟各位已有的经验联系起来了。我的问题是：我现在有一幅1000块的拼图，我们需要完成其中百分之几的碎片，才能对整个拼图的画面有一个合理的预测呢？请各位教师跟身边的听众讨论一下，然后写下你的答案。我们现在做的是研究环节中的“提问（Questions）”和“讨论（Discussions）”，请把你们讨论的结果都记录下来，有人觉得是50%吗？有人觉得比50%多，有人觉得比50%少，有人说只要1%就能猜出拼图的模样，到最后我们会有实际的操作来检验这个答案。各位对自己假设的自信程度有多少呢？在完成整幅拼图获得答案之前，对学生来讲很困难的一件事情是，他们需要知道收集哪一类的数据来帮助解决问题。如颜色和形状是需要收集的相关数据，但是重量和材质却不是构建整个图画的相关数据。所以我们要让学生学会辨别哪些是与解决问题相关的数据，而哪些不是。这就是“调查（Investigations）”和“思考（Reflections）”。大家需要检视手里的拼图碎块，记录数据，并依据数据来得出结论，回答“最后的图画是什



与会代表正在进行“拼图”活动 摄影/姚坚

么样的”这个问题。

回到这个拼图游戏来。那幅图片应该是什么样的？怎么做才能帮助学生增加对完成任务的信心呢？要获取更多的数据。请3~5位教师组成一个小组，把各自手里的拼图块汇合在一起，讨论并记录下新的数据。大家不能只坐在原地，而要去跟组员交换数据。在各位教师记录下来得到的新数据后，再重新想想这个问题，刚才的答案可能需要修正。这次讨论是否让你改变了想法、增强了信心？现在请组成更大的小组，8个人、9个人、10个人都可以，在更大的组内交换数据。我们现在进行的仍然是“调查（Investigations）”、“讨论（Discussions）”和“思考（Reflections）”。

在获取了新数据之后，再重新考虑最开始的问题，现在各位需要独立得出结论，拼图完成后的最终画面是这3幅图中的哪一个？各位还要记下在大组讨论的时候，用了多少块拼在一起时就形成了结论。我以拼图游戏为例来说明，在实际教学中，探究学习要慢慢来，要逐步收集数据，进行讨论，然后再走到下一步。教师们要能够在这个过程中，关注学生技能的掌握，这样学生就学会利用这样一种过程，去研究任何他们想要研究的内容。学生并不需要记住所有的知识点，最重要的是记住最核心的概念，学习根据有限的相关数据来找到一个问题的答案。刚才有10人组成的拼图小组，他们不过是收集了20块拼图，这对1000块的拼图来说，只占有2%的数据，但仍有可能作出正确的判断。

第二项活动需要大家独立完成。每位手里都有2片拼图的碎片，请你在2分钟内独立记录相关的数据。希望大家说出看了这2块碎

片之后，觉得这幅图片应该是什么样的。有些人可能完全看不出来是什么，但是这没关系。这个活动和我们的教学一样，教师不可能在一堂课中把所有的概念都教给学生。上课就和我们完成碎片拼图是一个道理。

再次回到探究这个主题上。探究其实是一种过程，是我们应用于学习的技能而不是活动，我们掌握了这个技能之后，可以在任何地点做任何内容的探究。看看那些拼图，这正是我们教学的一个模式，我们在上课的时候要教给学生的内容知识，就像是那些拼图碎片，基于这些同样的教学内容，学生会形成不同的理解，就像我们面对同样的拼图碎片，形成了不同的答案。也就像是做研究一样，我们收集到的是一样的数据，但是不同的研究者得出了不同的结论。很重要的一点是让学生们意识到，不管学习多长时间，都不可

能把一个领域的所有知识都学穷尽。但是他们无论学习什么学科，都可以用探究的这个过程来学习，这个过程是始终存在的。

今天我主要想向各位传递的一个理念就是：科学探究是一种过程，而不是我们原先认为的活动。当然你可以把这个过程用在活动中去，但是探究本身的内涵要远远大于探究活动的概念。教师如果只是传授知识内容的话，只会给学生留下大量的碎片在脑中，而没有办法基于这些碎片让他们形成一个整体的认识。知识点本身只代表互相之间缺乏关联的思考，而研究却为学生提供了建立真实图景的亲身体验。教师应首先跨进探究之门，再引领学生进来，让他们参与这个过程，这样就能帮助他们形成一幅完整的图画。教师就是握有这把钥匙的人。■

形成性评价在科学教育中的重要性

演讲人 Anne Scott, Mary Whitehouse 翻译 林倩娅



Anne Scott 博士，任职于英国约克大学教育系科学教育创新与研究中心。她在博士毕业后曾从事了几年的环境教育与宣传工作，包括为海洋保护协会工作了3年，随后又在巴斯大学获得了研究生教育证书。之后，Scott 博士在切尔滕纳姆一所大型综合中学任教10年，担任生物学部主任。离开那里之后加入了约克大学教育系的科学教育创新与研究中心（CIRSE）。在约克大学 PGCE 课程中她同时担任了课程制订工作与理科教育导师工作岗位，负责为实习教师提供授课和指导。

Mary Whitehouse 博士，任职于英国约克大学教育系科学教育创新与研究中心。她曾在毕业后的12年中，向11—18岁的学生教授物理课程。1986—2006年，她参与了理科课程制订项目，同时与一个全国考试委员会一起评估学校物理学科教育。在此期间，她担任过4年《School Science Review》的编辑。2006年，Mary 重新回到学校教授物理课。2009年她加入约克大学教育系科学教育创新与研究中心。目前她是“21世纪理科项目”的主管和约克理科项目的主管。

