

STEM 课程的跨学科整合模式与基本取向

•文 / 余胜泉 胡翔

在课程方面，STEM 教育代表了课程组织方式的重大变革。有研究表明，学习者接受 STEM 教育有助于获得对数学和科学等内容更加深入的理解。同时也有助于培养他们获得在真实世界应用这些知识解决问题的能力，因为这些问题从本质上就是跨学科的。因此，STEM 教育的课程设计应该使用“整合的 (integrated) 课程设计模式”，即将科学、技术、工程和数学等整合在一起，强调对知识的应用和对学科之间关系的关注。

跨学科整合的模式

针对 STEM 教育整合的课程设计，美国马里兰大学赫希巴奇 (Hersbach, 2011) 提出两种最基本的课程模式：相关课程 (thecorrelated curriculum) 模式和广域课程 (the broad fields curriculum) 模式。相关课程模式将各科目仍保留为独立学科，但各科目教学内容的安排注重彼此间的联系。例如，上物理课可能需要学生预先掌握数学概念，数学和物理教师要通过沟通，将这两次课安排在时间节点相近且数学课教学排在前面。相关课程模式与学校目前的课程模式很相近，但最大的区别在于前者需要不同学科之间的教师对课程安排进行详细、周密的协调和计划。

广域课程模式则取消了学科间的界限，将所有学科内容整合到新的学习领域。STEM 教育的广域课程模式不再强调物理、化学甚至科学作为独立的学科存在，而是将科学、技术、工程和数学等内容整合起来，形成结构化的课程结构。赫希巴奇指出，最常用的整合方式是通过活动 (activities) 形成连贯、有组织的课程结构 (Hersbach, 2011)。例如，教师围绕建构和测试太阳能小车组织课程。在这样的课堂里，教师通过设计太阳能小车，将科学、技术和工程等 STEM 学科相关知识均包含在内，让学生通过活动进行学习。

总的来说，上述两种课程整合模式各有优劣势。相关课程模式对教师来说比较熟悉，但需要各学科教师之间密切协商与交流；广域课程模式打破了学科间的界限，

通过活动促使学生在真实情景中学习各学科的知识，但如何在打破的学科之间取得平衡、建立新的课程结构对一线教师和政策制定者提出了新的挑战 (Hersbach, 2011)。

跨学科整合的基本取向

STEM 教育要求四门学科在教学过程中必须紧密相连，以整合的教学方式使得学生掌握概念和技能，并运用技能解决真实世界中的问题。如何将四门独立学科知识紧密关联实现整合，有三种取向：

1. 学科知识整合取向

分析各学科最基本的学科知识结构，找到不同学科知识点之间的连接点与整合点，将分散的课程知识按跨学科的问题逻辑结构化。将各学科内容改造成以问题为核心的课程组织，通过序列化的问题有机串接起各学科知识，使课程要素形成有机联系和有机结构。

知识整合取向模式一般采用基于问题的学习模式，强调把学习设计在复杂、有意义的问题情境中，通过学生合作解决嵌入于真实情境中的问题或与真实世界相关的问题，促进学生对所学知识的理解与建构，从而习得隐含于问题背后的科学知识，形成解决问题的技能和自主学习的能力。它可以使学生通过体验知识获得的过程，促进学生元认知能力的发展，通过应用知识解决问题达成对知识的灵活掌握，并能对知识进行社会性、情境性的迁移运用。解决问题的目的是为了掌握蕴含于问题之中或支持问题解决的知识，问题是多学科知识融合的交叉点与整合点，是触发学生学习与探究的触发器，是创新学习的载体。一般来说，问题解决的过程不会持续很长，具体开展的方式方法也会多样化，比如 WebQuest 网络探究、5E 教学法 (engage、exploration、explanation、elaboration、evaluation)、

研究性学习等。

2. 生活经验整合取向

注重知识的社会功能,也就是基于学习者的需求,以第三次工业革命为代表的知识经济社会所必需的知识与技能为核心整合多学科知识,然后以项目设计与实施为载体,将学术性的学科知识转化为可解决实际问题的生活性知识。基本做法是从儿童适应社会的角度选择典型项目进行结构化设计,让学习者在体验和完成项目的过程中,习得蕴含于项目之中的多学科知识与技能,或从改造和完善现有社会的角度,选择挑战性项目。

这种课程整合方式强调社会实践活动以及社会问题解决能力的培养,强调多学科知识融合到真实的社会性项目中,在项目活动中寻找各学科知识的整合点。因此,项目的过程分析、活动设计等社会分析是核心。

生活经验与社会取向课程整合模式一般采用基于项目的学习模式(project-based learning),以实践性的项目完成为核心,将跨学科的内容、高级思维能力发展与真实生活环境联系起来。项目学习一般以开发最终作品或“人工制品”为出发点,在教师的指导下,学生按自己的设计思路,采用科学的方法完成作品设计。作品设计是项目学习贯穿的主线和驱动力,学生在完成作品的过程中进行检索、讨论、演算、设计、观察等学习活动,并解决一个或多个问题,从而获得知识和技能。作品制作是这种学习的重点,但更为重要的是学生在制作作品过程中获得跨学科的知识与技能,并获得创造性运用知识的社会性能力。

基于项目的学习并非只强调学科知识的掌握,还侧重对教材内容以外知识的体验与经历,旨在丰富学生对事物的认识,注重生活经验知识的生长。整个学习过程应真实可信,是反映真实情境和现实生活的体验性活动,体现将学术性学科知识转化为生活经验知识价值取向。

3. 学习者中心整合取向

这种模式不强调由教师预设问题或项目,而由学习者个体或小组调查、发现问题。它不仅强调解决问题能力的培养,还强调发现问题的创新能力,

是一种依据学习者需求,以学习者生活经验为基础寻找各学科整合点的模式。它强调学习者成就感与自我效能感,强调学生好奇心与兴趣的维护与保护,强调分享、创造的愉快。在理念上,它清晰地体现了教育的人本主义思想。

学习者中心取向整合模式采用学生主导项目的方式,学生以个人或小组为单位提出任务,任务内容需要学习并运用跨学科知识。学生在项目问题解决过程中,教师发挥协调、指导、检查、监督、计时和评价作用。其优点在于能力较强的学生可以摆脱传统的结构化课堂教学对个人学习与设计活动的约束,能更好地发挥个人能力;缺点在于能力弱的学生对学习过程中的自由度不适应,需要教师更多的指导;同时由于项目任务非结构化,所以很难实现对学生技能最终结果的全面评估。

学习者中心取向整合模式强调创设学习者可以主动介入、研究与发现的丰富教育环境,让学生在蕴含丰富 STEM 知识的环境中进行交互、探究与发现,创造意义、学习知识,在建构性的环境设计中寻找蕴含 STEM 知识的整合点。

4. 三种整合取向的共性问题及应对

上述三种课程整合取向代表了课程的知识属性、社会属性与人本属性的不同侧面,它们相互联系、相互补充,没有绝对的优劣,各有适合的领域与对象,在课程跨学科整合的实践中应该配合使用多种取向。

不管采用哪种取向的整合模式,将知识情境化与社会化都是其优势,但各学科原有知识体系结构的劣构化是它们面对的共性问题,容易造成学生学习知识结构的不均衡,可能某些知识掌握得较好,有些知识却没有触及(因为所学项目没有覆盖)。这种基础知识的结构性偏差对于中小學生是个很大的问题。创新精神与实践能力培养的可持续性,其根源还在于学习者有良好的知识结构,并能不断自我完善和发展。基础教育领域知识的结构性缺失,会给儿童一辈子的成长带来障碍。因此,STEM的跨学科整合,一方面要将分学科的知识按问题逻辑或项目逻辑进行跨学科重组,另一方面又要确保设计的问题和项目对所有学科基础性知识结构的全面、均衡的覆盖。设计和实施 STEM 跨学科整合的课程,要在学科知识的系统性与解决实际问题/项目中所获知识的随机性之间保持一定的张力和平衡,基于整体知识结构的系统性设计问题,使各问题之间包含的学习议题(如专业概念、原理等)多次地相互邻接和交叉重叠。

余胜泉系北京师范大学教育学部副部长、教授、博士生导师,文章来源《开放教育研究》,有删节