

# 智慧教育引领未来学校教育创变

祝智庭

(华东师范大学 开放教育学院, 上海 200062)

**摘要:** 智慧教育是通过人机协同作用以创变教学过程与促进学习者美好发展的未来教育范式, 问题驱动与理念引领是信息技术促变教育的双驱动力。数据智慧、教学智慧和文化智慧架起了连通数据、信息、知识向智慧转变的“智能”桥梁, 体现出智慧教育的“精准、个性、协同、优化、思维、创造”六大基本特征。智慧教育通过环境建设、教学模式、学习评价和学校形态四个方面的变革, 引领未来学校教育创变。

**关键词:** 智慧教育; 未来学校; 学习空间; 创客精神; 翻转课堂; STEM教育

**中图分类号:** G434   **文献标识码:** A   **doi:**10.3969/j.issn.1005-2232.2021.02.001

信息化可谓是人类的第二次进化, 我国在信息化建设与应用方面成就显著。党的十九大提出要建设网络强国、数字中国、智慧社会。其中具有一定的层次结构: 网络强国是基础设施建设, 数字中国是各领域的业务形态变化, 智慧社会要体现以人为本的价值。《中国教育现代化2035》中也讲到“加快信息化时代教育变革”<sup>[1]</sup>, 尽管信息化已经促使社会大多数领域发生巨大变化, 但实际上教育变革是颇为缓慢的。这是为什么呢? 因为在教育以外的服务领域, 信息技术应用带来的便利性产生了直接价值, 而便利性并非教育的核心价值。实际上, 国际上也有人注意到信息技术促进教育的“慢性”特征, 有专家提出, 教育变革需要有变革压力, 并把压力转化成动力, 同时还需要新方法、新结构、新空间以及“新养能”(人、财、物支撑能力)。

尽管信息技术促进教育变革需要复杂的条件, 但是, 我们对信息化要有信心。换言之, 教育信息化要“信”字当头。以上海市闸北第八中学刘京海校长为例, 他是著名的“成功教育”专家, 自2012年起, 他启动了“应用移动互联新技术促进学生自主学习自主成功”的研究项目, 经过几年的努力, 取得了不小的收获。因此, 问题驱动面向当下, 理念引领指向未来, 二者成为信息技术促变教育的双驱动力。信息化促进教学变革不但需要技术的力量和资本的力量, 而且更需要先进思想的力量。所以我们讲问题驱动, 实际上是实用主义哲学, 理念引领则是理想主义哲学, 我们应当将两者有机结合起来。我们倡导的智慧教育应该说倾向于理想主义的定位。

以上述假设为前提, 我想给大家分享三点: 第一点是智慧教育的基本概念; 第二点是智慧教育的内涵; 第三点, 我们从环境建设、教学模式、学习评价、学校形态四个方面来考察智慧教育对于未来学校变革的关系。

## 一、智慧教育的基本概念

智慧教育 (Smart Education) 的概念最早是由 IBM 提出的。2008 年, IBM 抛出“智慧地球

收稿日期: 2020-12-26

基金项目: 2018 年度国家社会科学基金重大项目《信息化促进新时代基础教育公平的研究》(项目编号: 18ZDA335)。

通讯作者: 祝智庭, E-mail: ztzh@dec.ecnu.edu.cn

(Smart Planet) ” “智慧城市 (Smart City) ” 等概念, 并描述了智慧教育的五大路标: 学生的技术沉浸, 个性化、多元化的学习路径, 掌握面向新经济的知识技能, 系统、文化、资源的全球整合, 为 21 世纪经济发展起关键作用<sup>[2]</sup>。但事实上, 国内将 Smart 翻译成 “智慧” 是有疑问的, 更准确的中译应是 “机智” “灵巧” 或 “聪明”。

为了把 Smart 圆说成 “智慧”, 我借用了钱学森先生关于 “大成智慧” 的理念。这一概念是钱学森先生于 1997 年提出的, 其实质与核心内涵包含四个要点: 微观与宏观相结合; 形象思维与逻辑思维合用; 哲学和科学技术统一; 必集大成, 方得智慧<sup>[3]</sup>。有人请教过钱先生 “大成智慧” 的英译名, 钱先生给出了 “Metasynthetic Wisdom” 和 “Wisdom in Cyberspace” 两种翻译。Cyberspace 一词可以译为 “网络信息空间”, 那么这就与我们所讲的 “信息技术促变智慧教育” 非常有关联了。 “大成智慧” 指的是 “网络信息空间” 中的智慧, 它帮我们把信息化教育的概念跃迁到了 “智慧教育” 的层面。

关于智慧, 华东师大已故哲学家冯契教授很早就关注这个问题, 他在西南联大读书期间就常同他的老师金岳霖探讨智慧, 并以 “智慧” 为题撰写毕业论文。冯先生毕生致力于智慧的探索, 着力阐明从无知到知, 从知识到智慧的认识的辩证法。我也曾看到关于智慧的这样一种解释: “智, 法用也; 慧, 明道也。天下智者莫出法用, 天下慧根尽在道中。智者明法, 慧者通道。道生法, 慧生智。慧足千百智, 道足万法生。智慧, 道法也。” 这里对 “智慧” 的理解是 “明法通道”, 尽管出处还有待考证, 但它对我们很有启发, 国人讲究 “道、法、术、器” 的理论与实践体系, 这是在很高的定位上解释 “智慧”。实际上, 过去的教育中罕见 “智慧教育” 的说法。但确有人讲 “智能教育”, 比如霍华德·加德纳 (Howard Gardner) 的 “多元智能” (Multiple Intelligences) 观, 在国际上非常流行。

中科院顾基发院士受到钱学森先生 “大成智慧” 论的影响, 近年来一直致力于研究网络对人类智慧发展的作用。他在 2015 年发表的一篇文章《协同创新-综合集成-大成智慧》<sup>[4]</sup> 中提到了在 20 世纪 80 年代末由 Zeleny 和 Ackoff 先后提出的 DIKW (数据-信息-知识-智慧) 说法, 这涉及到 Ackoff 使用的一幅图<sup>[5]</sup>, 我把这幅图的文字做了翻译 (见图 1)。这幅图被称为数据智慧的四层框架, 呈现了从数据到信息, 从信息到知识, 从知识到智慧的不不断提升演进过程, 为信息时代的 “智慧教育” 架通了技术与智慧之间的桥梁。这幅图的重要性不言而喻, 我建议凡是想研究智慧教育的人都要深入理解其中所蕴含的要义。

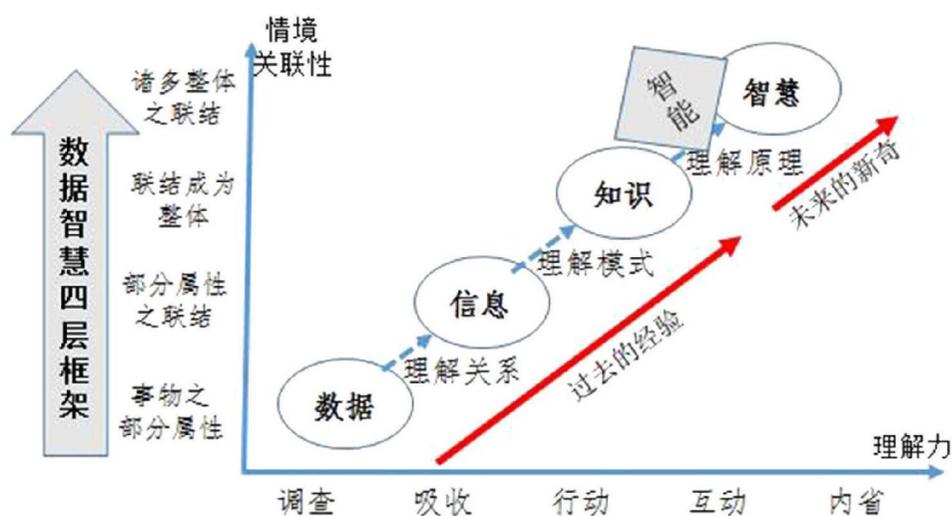


图 1 数据智慧的四层框架

我们把 Smart、Intelligence、Wisdom 综合起来理解的话, 那就是: 有智慧 (Wisdom) 的人 “办好

事”；有智能（Intelligence）的人“事办好”；有机智（Smart）的人“好办事”。这三个词与 Education（教育）结合起来，提取首字母，恰好构成了 WISE（智慧的），好像我们的教育注定离不开智慧了。

一讲到智慧教育，可能有人反问：难道我们有过“愚笨教育”吗？有人就提出过这个质疑。英国近代伟大的哲学家罗素（Bertrand Russell）曾说过这么一句话：“人生而无知但非愚蠢，他们是被教育给整笨的。”（Men are born ignorant, not stupid. They are made stupid by education.）

我们可以给“愚笨教育”画画像，比如：造成学生高负担、低成效的教育是“愚笨教育”；以单一标准评价人才的教育是“愚笨教育”；抹杀个人特性，拒绝因材施教的教育是“愚笨教育”；诸如此类。

可是，为什么会有“愚笨教育”呢？爱因斯坦（Albert Einstein）给出了答案。他说：“人人生而天才，但若你以鱼儿能否爬树来论才，那么它将终生无法摆脱愚笨的标签。”

陶行知先生有个著名的教育革命箴言：“中国教育之通病是教用脑的人不用手，不教用手的人用脑，所以一无所能”“中国教育革命的对策是手脑联盟，结果是手与脑的力量都可以大到不可思议”“行动是老子，思想是儿子，创造是孙子”。我们可以用陶行知的教育思想来定位“智慧教育”。所以我认为，智慧教育旨在促进学习者“美好发展”，融合“行动”“思维”“创造”三大才智，加上良好的人格品性。因此，智慧教育的目标是培养人格美好、心灵手巧、务实创造的人才。

为了便于研究，我从2012年开始就构建了这么一个框架（见图2）。用 Smarter 这样的比较级，表示“聪明的教育”只有较好，没有最好，它是一个相对概念。为了践行智慧教育的理念，我们现在需要用技术来构建一个“智慧的”（智能化）学习环境，在这种环境条件下，我们一定要有智慧的教学法（Smart Pedagogy），还要有智慧的评估（Smart Assessment），以培养智慧型人才为目标。智慧型人才应该能够善于学习，善于协作，善于沟通，善于研判，善于创造，善于解决复杂的问题，等等。因此，我认为：智慧教育永远只有进行时，没有完成时！

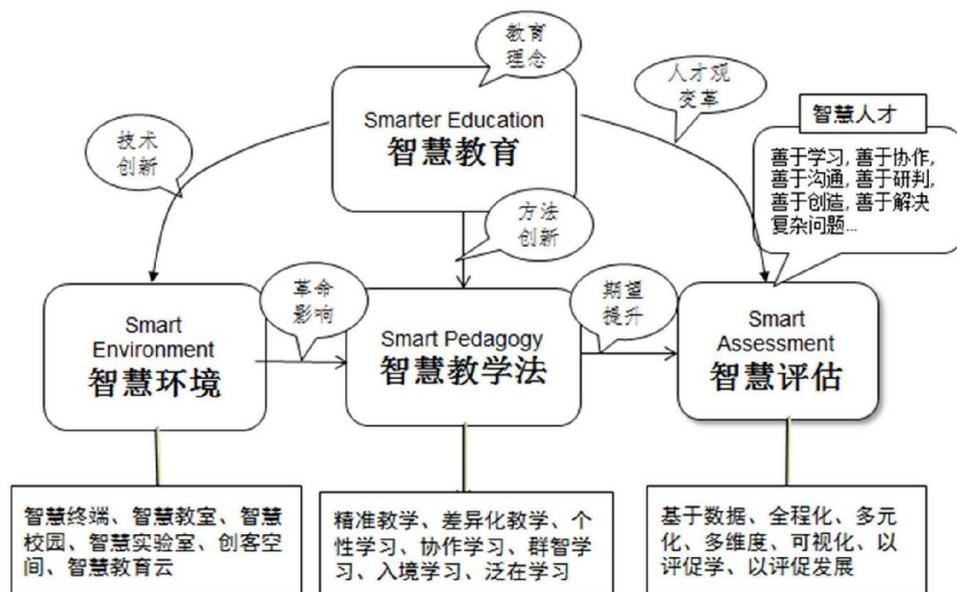


图2 智慧教育研究框架<sup>[6]</sup>

基于多年来对智慧教育的研究，我想对其下一个定义：智慧教育的真谛就是通过构建技术融合的生态化学习环境，通过培植人机协同的数据智慧、教学智慧与文化智慧，本着精准、个性、优化、协

同、思维、创造的原则，让教师能够施展高成效的教学方法，让学习者能够获得适宜的个性化学习服务和美好的发展体验，使其由不能变为可能，由小能变为大能，从而培养具有良好的人格品性、较强的行动能力、较好的思维品质、较深的创造潜能的人才。我将其中“精准、个性、优化、协同、思维、创造”作为智慧教育的“六大特征”。如果要用一句话来概括这一定义，那么可以说“智慧教育是通过人机协同作用以创变教学过程与促进学习者美好发展的未来教育范式”。“人机协同作用”是手段，“创变教学过程”是途径，“促进学习者美好发展”是目的。当然，对于“美好发展”本身，你可以有更丰富的理解。

然而，有人认为教育不需要目的，让学生的生命自由绽放就行了。这种说法似乎有点飘渺。我个人不赞成“教育无目的论”，认为教育的目的就是使个人更美好，社会更美好，未来更美好。我把教育分为三个层次：第一层是教育作为事业，国家赋予教育行为主体为国育才的强烈使命；第二层是教育作为产业（知识密集型的服务业，以非营利为主），各方利益攸关者都有明确的目的性；第三层是教育作为文化现象，人人都是教育者与被教育者，但人们普遍的企愿是促进文化传承与创新，这也是目的性。眼下令人焦虑的教育内卷现象，是由于目的性设定变态所致，有十分复杂的社会文化因素，不能简单地归咎于某方。

## 二、智慧教育的内涵之精解

前面讲了数据智慧的四层框架。记得过去有一句话叫做“知识就是力量”，而现在有了新的口号叫“知识不是力量，除非它有用”。也就是说，有用的知识才有力量。那么我们现在是否可以更大胆地说“智慧才是真正的力量”呢？我们处在信息爆炸时代，尤其是自媒体盛行，一个人要成为具有真知灼见的“知识分子”并不容易，很多人充其量是“知道分子”而已，要成为“智慧分子”就更不容易了。所以我们要重视数据智慧的修炼，善于把数据变为信息，把信息变为知识，把知识变为智慧。

在推进智慧教育时，需要制订一个教育数据规划，引导数据采集，可分为：学业成就数据、心理健康数据、综合素质数据、生涯发展数据等几大类。在这个教育数据规划“金字塔”（见图3）中，最大量的数据是在分秒层级采集的，越往上数据量越少。因为数据经过逐级加工提炼而被浓缩了。我们可以利用数据支持教育教学决策，比如：小到知识点教学的精准决策，大到个性化学习方案生成。数据一方面可以支持理论，另一方面也可以用于支持实践。数据积累越来越多后，就构成了一种知识来源，经过加工提炼出模式或范型（Pattern），代表人们的实践知识。但是，知识与智慧之间存在一个鸿沟，有专家建议可以在知识与智慧之间加一个“智能”，往往需要人类专家参与，通过人机协同作用，进行洞察和分析，因而“知为何”，然后能够“知最佳”并采取行动，这才叫有智慧。智慧并不是空想，它需要积极行动。如王阳明所说“一念发动处即是行”，这就是行动智慧。所以这样一来，我们就可以真切理解到人机协同优化教育决策的重要性。因此，仅依赖机器并不能解决很多教育教学问题，让人与机器一起来做决策才能做得更好一些。

我们再来谈谈教学智慧。在教学智慧之中，很重要的一点是教师的艺术素养。艺术的力量来源于“设计思维”。我们的老师不但要掌握学科知识，还应该作为一个教学设计者和演绎者。优秀老师有能力把信手拈来的素材都转变成教育资源，因为事物之间的联系存在无限多可能性，高明的教师往往能够把不同事物巧妙联系起来并赋予新的内涵，做到融会贯通。教师的很多艺术性工作通常无法用机器替代，比如：杭州一个中学班主任，他将学生与化学元素周期表上的某些元素对应起来，以不同元素的化学性质来形容不同学生的个性特征，这就赋予了教学行为以艺术性特征，形成了一种独特的教学

智慧。我们讲智慧教育的教学过程设计，就要把设计思维的要素放进去，因为智慧的核心是思维。

第三种智慧就是文化智慧。它包含思维方式、行为方式和教育规章制度等，这些都是文化的要素。当然，还有核心价值，教育工作如何协调核心价值和个性发展之间的关系，乃是对于人类智慧的大挑战。大家都喜欢讲个性化教育，但很少有人讲文化的问题。我个人认为，如果脱离文化来谈个性化教育是不完整的。

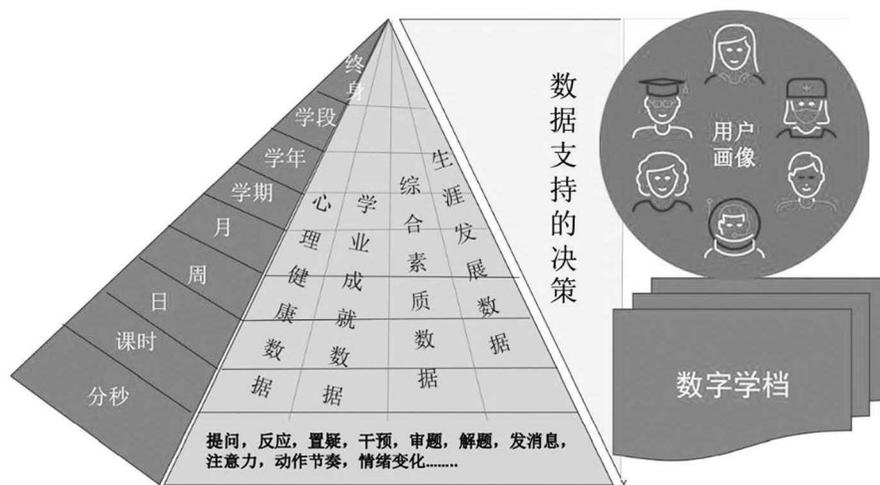


图3 教育数据规划“金字塔”

前面提及了关于智慧教育的六大特征（精准、个性、协同、优化、思维、创造），下面我逐一就这六大特征加以分析。

第一是“精准”，我把它叫做基于数据的精准决策，这是智慧教育的技术优势。用技术最容易产生效果的就是获取数据，然后做一个精准分析和决策。针对有目标的教学，我们可以开展精准教学；对于个性化的自主学习，我们可以提供精准服务。在此基础上发展深度学习，并提供支持学生自主发展的学习生态，再加上智慧测评，就一定可以提升教育质量。这中间隐含了一个很强的逻辑关系，而不仅是信念使然。但是我有一个特别的提醒：可以讲精准教学，但不要说“精准教育”。因为教学可以有准确的目标，但教育不能以具体目标来概括教育过程的总体价值。因此，我总是提醒：“打死也别讲精准教育，好不好？”

第二是“个性”。美国未来学家研究了国际上千余个教育教学创新案例，最后提炼出30项创新特征，排位第一的就是“个性化学习”。个性化学习的设计并不容易，它可以分为八大环节：学习环境设计、学习干预设计、学生适需服务设计、学生动态分组、课程设计、优质教学设计、目标设定与学习跟踪、形成性评价设计。这其中每一个环节都需要付出很大的努力来设计，所以完美的个性化教学实践并不多见。

第三是“优化”。据我的研究，一是流程再造的优化，如翻转课堂；二是持续迭代的优化，产生“敏捷教学系统”。以英语教学为例，原来英语教学可能只停留在低层认知目标上，现在就可以通过技术手段快速实现低层目标，向高级思维发展，通过流程再造找到一个临近发展区（见图4）。另外，通过技术手段，可以快速更新学习资源和学习方案，实现“敏捷教学”。

第四是“协同”。我认为“协同”是技术赋能智慧学习新生态的核心机制。“协同”又可分为“人际协同”与“人机协同”。其中“人际协同”包含目标导向型与机会驱动型；而“人机协同”则由“社交网（Social Web）”和“语义网（Semantic Web）”相交构成，二者的交互促进了人们集体智慧的发展。“人机协同”必须遵循一个底线思维，即把适合机器（智能技术）做的事让机器去做，

把适合人（师生、管理者、服务者等）做的事让人来做，把适合人机合作的事让人与机器一起来做。

第五是“思维”。逻辑思维、发散思维、审辩思维等都属于经典思维。我最近梳理出几种“新态思维”，包括系统思维、设计思维及计算思维。经典思维与新态思维思维的交集是“价值思维”，价值思维可以升华为“指数思维”，也可能堕落为“零和思维”，其中评价机制起到杠杆作用。思维教学的目标就是培养智慧学习者，智慧学习者在学习方面有几点显著的特征：学习有方向且专注，学习有热情并持久延续，多种学习方式和策略，善于观察、资源整合与建立联系，学习高效且成果明显。同时，智慧学习者还具备一些性格特征：保持好奇心和想象力，有工匠之心且传承与创新兼备，善于内省与反思，坚持努力有韧劲，崇尚自由但遵守一定规则。

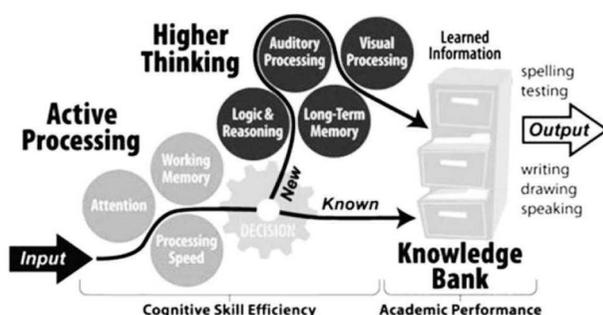


图4 流程再造的“临近发展区”（以英语教学为例）

第六是“创造”。我将创造定义为“生命增值的美好体验”。生命存在的本身需要消耗很多社会资源，而生命的价值就在于创造，为社会增值，这样的生命才富有意义。OECD（世界经合组织）在《OECD学习框架2030》中特别阐明了价值观教育的重要性，因为它事关个人幸福与人类福祉。所以我们要将情感、价值观教育确实实地提到重要位置上来。

国内的第一篇关于创客教育的学术论文<sup>[7]</sup>是我写的，文中提炼出了创客精神的三个层次：个人“自强进取，个性开放”；群体“协作分享，融合创新”；国家“重工尚器，民智国强”。创造的核心在于对问题的把握，发现问题是创造之源，还要将理论与实践贯通，以及善用技术支持创造过程。创造美好的学习发展体验正是智慧教育的不二法门。诚如爱因斯坦所说：“信息不是知识，知识的唯一来源是体验，您需要体验来获得智慧。”

### 三、智慧教育与未来学校教育

智慧教育对于未来学校创变的促进作用体现在环境建设、教学模式、学习评价和学校形态的变化四个方面。

关于环境建设。首先是智能技术支撑智慧教育环境构建。我提炼出六大特征：无缝联通学习空间、敏捷感知学习情境、自然交互学习体验、精准适配学习服务、全程记录学习过程、开放整合数据资源，可以简称为“连通、感知、交互、适配、记录、整合”。2014年我在国际上发表过关于智慧学习环境的架构与特征，后来被联合国教科文组织的一份报告《追求21世纪智慧教育环境》全盘引用了。

2019年突如其来的新冠疫情造成全球194个国家全面停学，16亿学生遭受影响，暴露了教育系统的脆弱性。我国积极利用信息化手段支持停课不停学，这给我们提出一个新课题：如何构建技术融合的韧性教育系统？综合国际经验，我们团队提出利用技术增强教育系统韧性的生态框架（见图5），在国内也发表过文章。

另外，我们在学校信息化环境建设、学习终端组态方面都提出了方案。按照学生-终端配比，有“学生终端 1:1”的理想方案、“学生终端 n:1”的实用方案、“学生终端 1:n”的新生态以及“学生终端 m:n”的通用方案。

“1:1 学习”的电子书包系统功能框架是我们团队早在 2010 年就开始做的研究，现在作为智慧教室的标配，国内已经有很多学校在使用。疫情发生以后，国际专家提出一个在校班组与多个居家学生互通的方案，称为“混成教室”（Hybrid Classroom），甚至有老师在疫情期间也不能到校上课，那就可以把两个班互联互通，再接上多个居家学生，可以称为“无缝学习”模式。

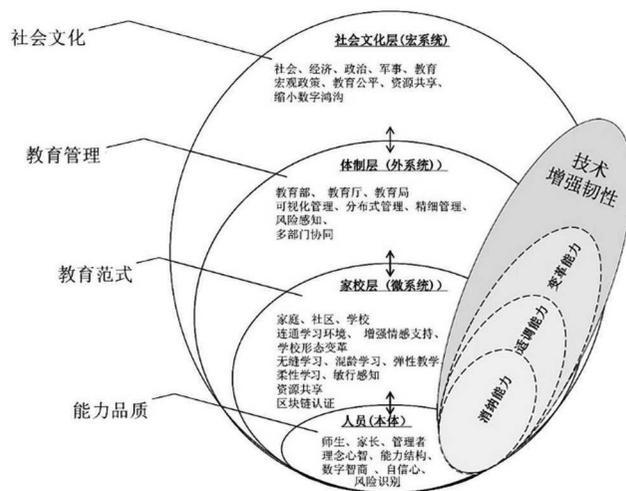


图5 增强教育系统韧性的生态框架<sup>[8]</sup>

“n:1 学习”是公立学校的一个常态，多个学生轮流使用一个智能终端，有的地区 6:1，有的地区 12:1 或更少。为了使每个学生都有数字学习的机会，我国教育部提出“网络空间人人通”的方案（见图 6），可以与“班班通”“校校通”配合使用。对此，我自己也提出了一个“个人学习空间功能模型”（见图 7），包括活动记录、资源利用、知识建构、才能展示。学生参加课外、校外的学习，创作的作品及获得的奖励，都可以进行展示。另外，我还提出了建设“集约式数字学习中心”的建议。在浙江衢州二中，位于我的老家的一所省级重点高中，我曾建议他们用几百台电脑，围绕着图书馆建设面向文科、理科所有学生的数字学习中心，让学生们轮流进去开展数字化学习，比如：每人一天进去用一个小时，在里面，可以做多科测练，还可以学英语，进行数字阅读等。几年用下来，该方法的实际效果很好。

“1:n 学习”是跨终端的情况。例如：学校终端与家用学习终端品种不同，这就需要研究跨终端的无缝学习方案，根据设备特性、设备类型、设备归属、设备使用频度以及联网方式来设计学习平台与资源。

“m:n 学习”代表通用模式。我们采取“普适设计”方法，提炼出一套核心的要素，包括：学档、资源、工具、关系、活动、情景等，形成一个云教育流操作系统的基本框架（见图 8）。

现在很多人都在讲基于“云计算”技术的“云教育”。其实，除了“云计算”，还有一个“雾计算”（Fog Computing），这是面向物联网的实时处理技术。此外，还有“边计算”和“端计算”。这四种计算形成了一个计算生态系统。我对它们不同的作用点进行了归纳：互动在终端，感知在雾中，智能在云边，智慧在云中。另外，很多学校遇到多平台互不相同的问题，我称之为“梅花桩现象”。这反映了数字学习环境方面存在着整合的迫切需求，我们可以在数据、服务和界面三个层次进行整合，目前还需要做出一套技术标准来。

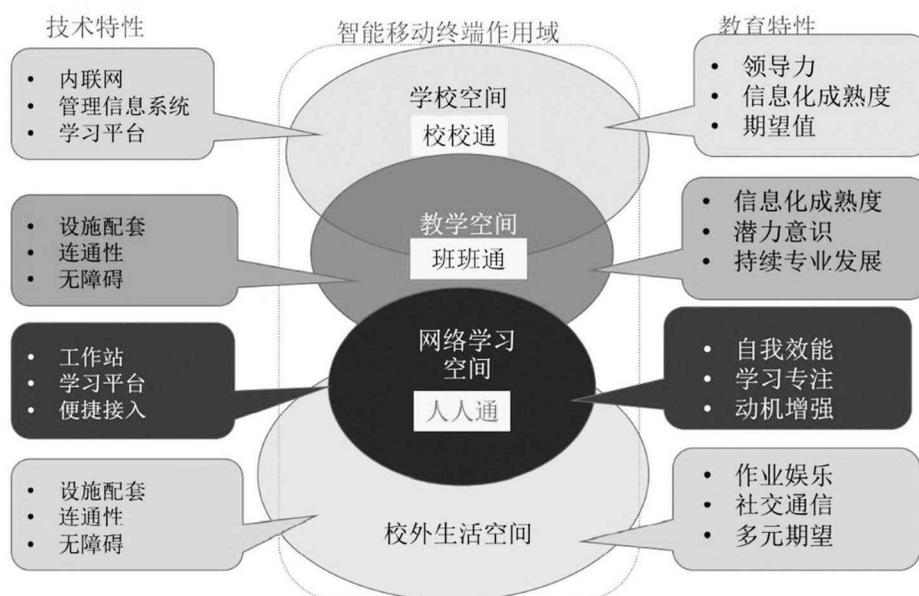


图6 n:1学习：网络空间“人人通”概念框架

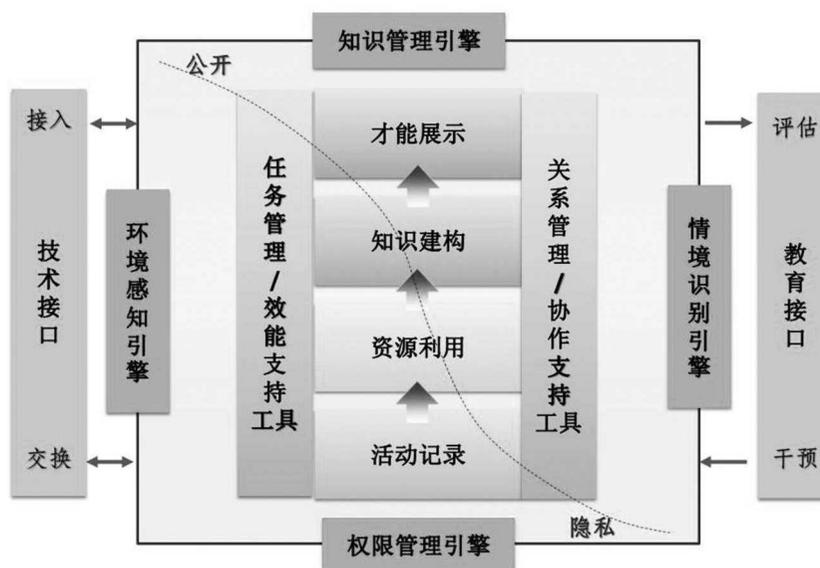


图7 个人学习空间功能模型

在 COVID-19 疫情期间，信息技术对于支撑“停课不停学”起到了很大作用，但也发现网络支撑能力严重不足的问题。我曾经在 2020 年 3 月份发表了一篇文章，叫做《全媒体学习生态：应对大规模疫情时期上学难题的实用解方》<sup>[10]</sup>，特别建议把电视也都用起来，后来各省市果然这样做了。所以我发明了一个座右铭：搞教育技术应用的应该做到喜新不厌旧。教育部领导建议要巩固信息技术支撑“停课不停学”的宝贵经验，做到线上线下结合，也称作“OMO 模式”（Online-Merge-Offline）。

OMO 本来是一个商业模式，由马云开始，李开复于 2017 年在《经济学人》上发表了一篇相关文章。但在国外很少有人讲 OMO，所以这是中国原创的概念。我们要考虑如何把商业冲动变为教育理念。

实际上，智慧教育环境也是需要线上线下融合的。我较早研究创客教育空间建设，提出线上线下

融合的创客教育空间结构模型（见图 9）。后来，我又提出一个技术融合的学习体验空间设计框架（见图 10）。先看横坐标：左边是真实世界，右边是虚拟世界。对于真实世界的探索需要“探真技术”，对于虚拟世界的建设需要“拟真技术”。再看纵坐标：下方是个人化世界，我们需要实验工具和思维工具；上方是社会化世界，我们需要物联网、知识地图和社交网；中间是智能化科学实验平台。另外，我们还要记录学生的个人学习数字足迹。这个设计模型为智慧教育环境提供了远景蓝图。

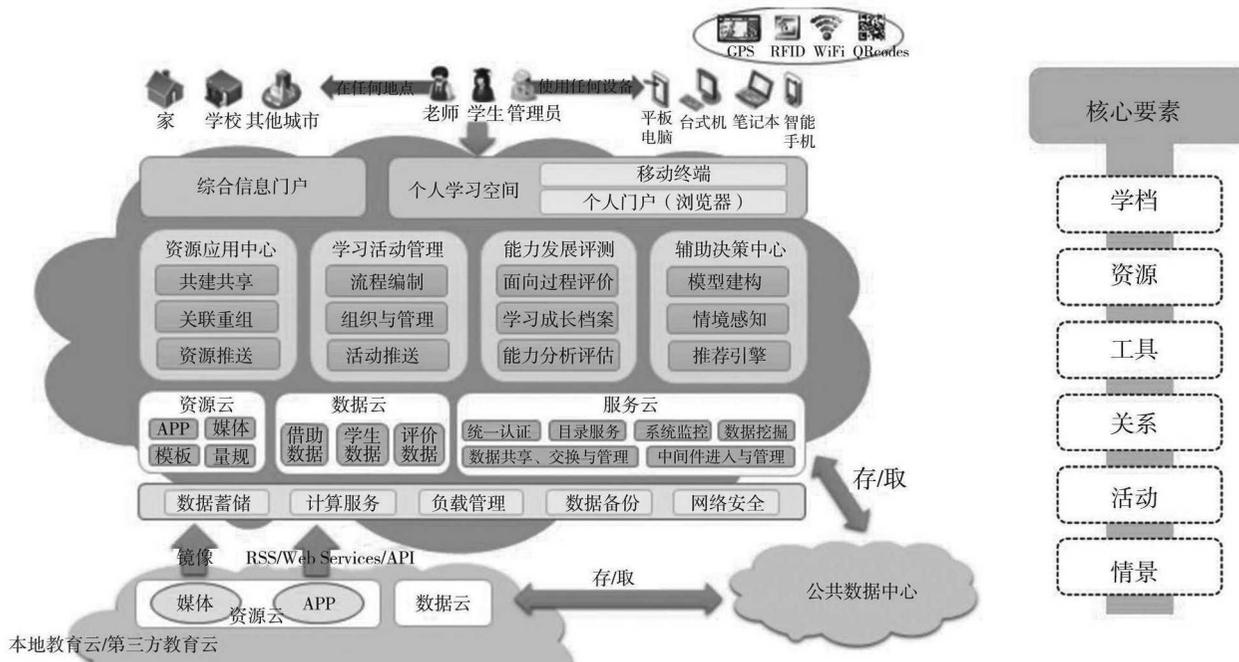


图 8 m : n 学习生态平台的普适设计：走向云教育操作系统<sup>[9]</sup>

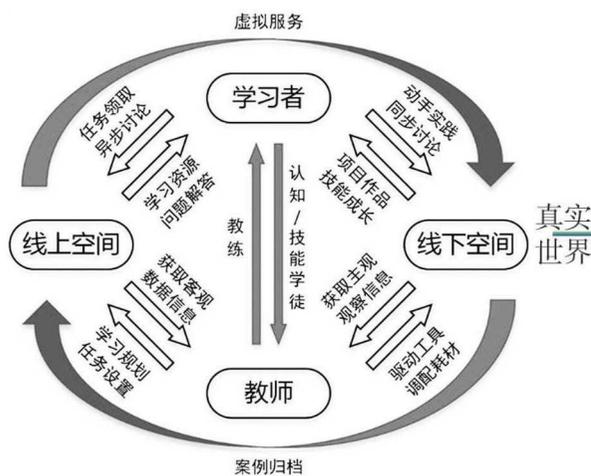


图 9 创客空间 2.0 功能模型<sup>[11]</sup>

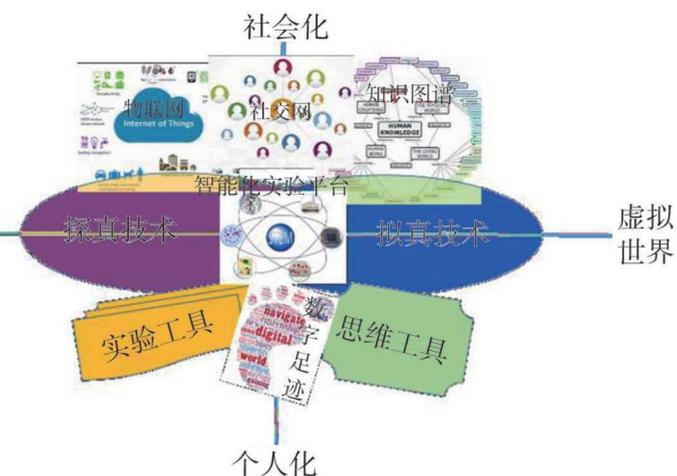


图 10 技术融合学习体验空间设计：智慧教育的新路标

关于教学模式创新，值得注意的是“翻转课堂”。我特别赞赏山东潍坊昌乐一中，因为它创造了全校 168 个高中班全部人手一机（采取 BYOD 模式，即自带终端设备上学），全面开展翻转课堂教学的“中国范”。上海闵行二中的“三环五步”模式则把“学、问、思、辨、行”的中国传统教育智慧

融合到翻转课堂模式中，也是值得称道的。

传统课堂教学可以概括为“讲解、练习、评阅”的三段式，每一阶段都有一些局限性：讲解时，学生只能被动听讲；练习时，学生缺乏互动协作；评阅作业时，老师的反馈滞后。翻转课堂教学也可以概括为自学、测练、研讨三个阶段，有着明显的教学优势：课前自学时，问题导学+微课助学；课前测练时，即时反馈——问题诊断；课中研讨时，交流辩论+攻克疑难。考察翻转课堂做得比较成功的学校，我发现其中隐藏一定的教育智慧，包括以下五点：生本思想体现、人机合理分工、教学方法优化、集体智慧发展和学校教改领导力。

然而，翻转课堂也存在“认知天花板”（见图 11）。目前翻转课堂还都局限在低阶的认知目标上面，高阶认知目标基本上不去，这给我们智慧教育留下一个很大的发展空间。布鲁姆的教育目标分类系统包括认知、情感、动作技能三个领域，然而我们现在只关心这个认知金字塔，却忽略了同样重要的动作技能和情感价值。老师备课时，教研员让他们一定写上三维目标，但是，对于低阶目标的教学任务，往往很难办呢。如果只是让学生背 10 个英语单词，你让老师怎么写出情感目标呢？所以我说，认知目标越高的教学任务越容易带动情感目标和动作技能目标。

那么，要怎么突破“认知天花板”呢？杜威认为教育不是告知与被告知的事，而是一个让学生主动建构知识的过程。在传统课堂教学中，学生花了 70% 的精力来听讲，只剩下 30% 的时间用来建构知识；对于翻转课堂而言，希望学生用 30% 的时间来听讲，用 70% 的时间来建构知识，因而课堂活动的价值就极大地提升了。

问题是，怎么才能支持知识建构呢？澳洲专家提出“优化教学结构编列”的思路，有四种编列：“低-高型”“高-高型”“低-低型”“高-低型”。所谓教学结构，我们可以从学习目标、学习内容、学习过程和学习评价四个维度来考察。我喜欢用雷达图来表示（见图 12），比如说靠近内圈的这条粗折线表示的是高结构教学，对应于“直接教学法”，由老师进行知识讲授和布置练习；处于中外圈的细折线表示中低结构教学，对应于教师推荐选题的探究学习。上海复兴高级中学的陈校长对这个结构编列理论的应用有很多研究，他认为要高结构化地设计，低结构化地实施，即鼓励教师细致地做好教学方案设计，而教学实施时则可以粗细有致，收放自如。

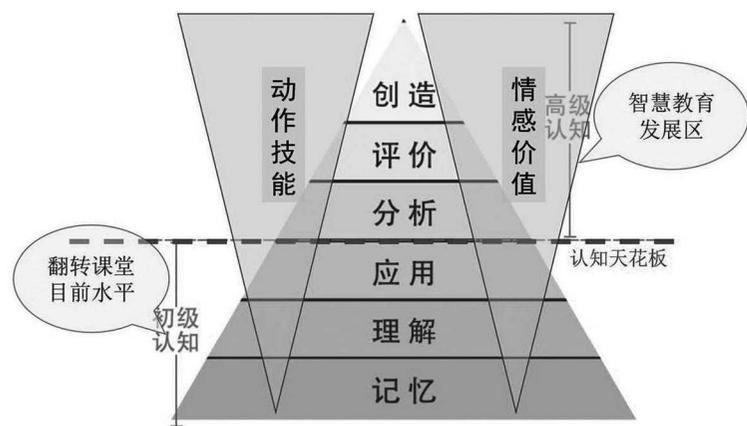


图 11 翻转课堂的“认知天花板”

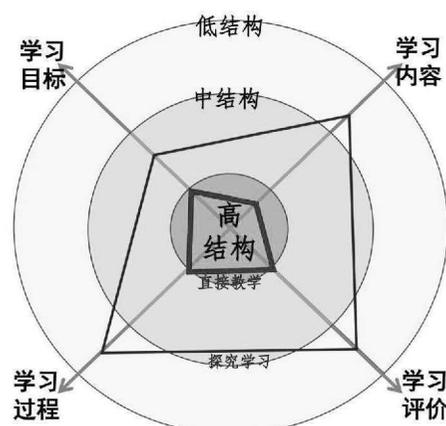


图 12 不同学习结构设计定位图

为了提升学生的认知水平，我们可以把布鲁姆的认知目标金字塔变成橄榄型，用问题化教学的方法来促进思维教学。关于思维教学有很多案例，比如：英语教学可以由直观到抽象，讲时间表达的时候先用表盘展示时间表达法；然后去掉表盘，只用英语语句来说时间；最后，提炼出时间表达的通则。再比如：数学因为抽象而难学，现在可以利用“思维王”工具将解题过程可视化，按步骤进行诊

断性评价,这种思维可视化教学方法值得称道。

我主持的国家级课题“智慧教育理论与实践模式研究”,在全国有几百个实验校,产生了许多思维教学案例。在河北张家口经开区一小,我观摩语文课《狼牙山五壮士》的教学,老师让学生分成小组,让各组通过讨论把课文分段,并为每段加小标题。有个小组把课文分成五段,给每段加四个字的小标题。接着在班上交流,经过辩论来打磨小标题,最后提炼出很贴切的五个小标题,总共20个字就把课文的内容都概括出来了。这堂课锻炼了学生的协作能力、交流能力、审辨思维能力、概括能力,所以值得赞赏。实际上要让学生深刻理解课本,而不是死记硬背,一定要通过变式练习。例如:把课文浓缩,把散文改成诗歌,再加上交流辩论,把学生的思维都激活了。

我在无锡安镇小学观课,看到老师在课堂上布置一个探究学习任务:算一下2017年有多少天?有小组采取枚举累加法,先查出来每个月的天数,然后把天数累加起来,得出365天。另外一个小组采取归纳法,发现有7个大月、4个小月和1个平月,加起来也得到365天。虽然,两组的结果都是同样正确的,但思维能力是不一样的,后者能够运用“不完全归纳法”了。此时老师就应该点明这种差别,把全班学生都引导到运用不完全归纳法来解决诸如此类的数学问题上来。

说句实话,尽管很多老师已经开始试验翻转课堂之类的创新教法,但大多教学目标仍然停留于低层认知水平(识记、理解、应用),怎么突破这个瓶颈呢?我建议采用创造驱动的学习,后来我把它叫做“翻转课堂2.0”。最早在给厦门的一个骨干教师培训班讲课时,我首次提到这个想法,课后有位老师说他很支持这个想法。他举了一个例子:班里有个孩子物理预测只有二十几分,怎么办呢?他就让这位学生做一个发电机。在做的时候碰到困难,学生就上网查资料,请教老师,还跟同学讨论,终于把发电机做出来了,期末考试成绩提升到七十多分。这个故事告诉我们,采取创造驱动的学习路径是完全可行的,能让“翻转课堂2.0”朝“创造教育”走出一大步。

讲到创造教育,我又想到陶行知先生,他说:“由行动而发生思想,由思想产生新价值,这就是创造的过程。”<sup>[12]</sup>陶行知先生真的很伟大呢!他的教育思想到今天仍在闪耀光芒。我们要弘扬陶行知教育思想,让创造成为人类的永恒精神,让创造教育成为教育的永恒主题。

这样一来形成了一个新的课堂教学版图(见图13)。传统课堂经过改变流程(先学后教)变成翻转课堂1.0,经过从认知路径变为创造素养发展路径而走向翻转课堂2.0,其教育价值得到明显提升。我们也可以把“创客教育”融入于翻转课堂2.0。

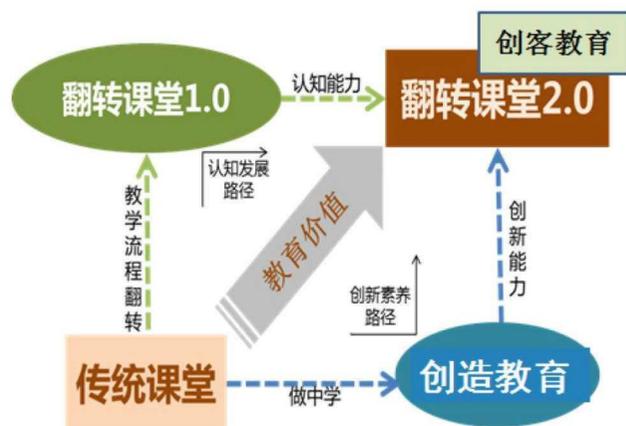


图13 翻转课堂新版图

最近十年,创客教育在我国中小学流行起来,出现了许多优秀成果。上海普陀区洵阳中学原来默

默默无闻，2012年引进了以物联网为特色的创客实验室，2013年开始为初一学生开课，初二、初三则采取社团活动方式，几年下来，学校名声大噪，并由此带动了学校各方面工作。学校开始崭露头角，在区里名列前茅了。

为了说明课堂教学模式的丰富性，我构建了一个翻转课堂教法生态图（见图14），其中有主模式和副模式之分。“授导型教学”也就是知识的直接教学法，是翻转课堂1.0的主模式；问题式学习+项目式学习组成研创型学习，是翻转课堂2.0的主模式。我建议通过主模式来调用副模式，主副配合起来使用。这样一来，好像把原来矮胖型的金字塔拔高，变成了“埃菲尔铁塔”，使得高层认知目标也可被覆盖或触及了。

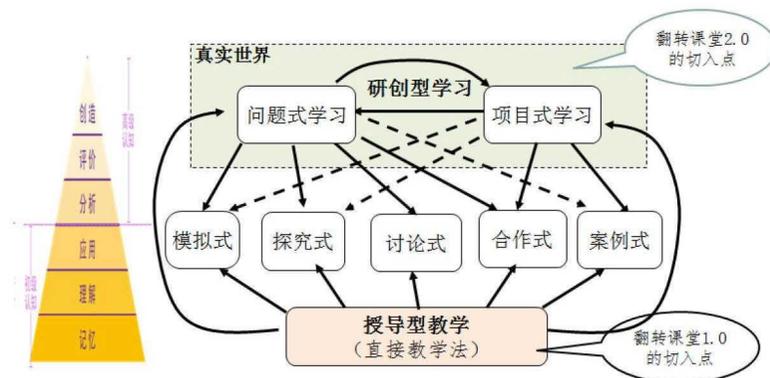


图14 翻转课堂的教法生态

近年来，西方发达国家开始重视综合学科教育，尤其是美国的STEM教育起到了引领作用。STEM教育在美国始于上世纪80年代中期，已经成为一项长期性的教育国策，被认为是事关国家的政治议题，连美国外交关系委员会都发文力挺STEM教育。咱们千万别认为美国人不讲政治，其实他们非常讲政治，教育就是历届政府的重大政治议题之一。美国政治家们把STEM教育作为增强国家创新力与核心竞争力的重大策略，贯穿于K12教育、社区教育、高等教育的全谱系。我觉得美国的最大优势还是教育，尤其是高等教育，几乎把全世界万里挑一的精英都汇聚过去了，国家创造力自然就很高了。

我研究过STEM，提出以整合为核心的实施策略（见图15）。整合有三个维度：学科内容整合，信息技术整合，师资力量整合。整合水平又分为四个层次：STEM-0（零级整合），属于科普类教育；STEM-1（一级整合），属于单学科嵌入式课程；STEM-2（二级整合），属于项目型课程；STEM-3（三级整合），属于多学科融合型课程。

在我国尚未通过政策力推STEM教育的情况下，我们要创造条件支持学生开展兴趣驱动的研创型学习和探究学习，暂且简称为“随性学习”。此类学习有助于学生成为问题发现者与知识建构者。事实证明，有很多孩子是具有研创/探究能力的。比如：上海有个高中女生研究蚂蚁的行为，在大量实验观察和分析的基础上，写出了很有见地的研究报告。上海电教馆开发了一个研创型学习平台MOOR，能够支持大规模在线研究，已有2万多高中生用户。小学生也可以做随性探究学习。比如：清华附小的孩子研究苏轼的旅游品牌价值，这个题目就很有创意。

我们常说的差异化教学、精准教学、适性学习，都是属于知识消费性的。如果把随性学习发展成为知识生产性的，那么我们就让智慧教学系统朝着均衡化方向发展了。另外，在线上教学方面，也要做到适当均衡才好，所以我做了一幅图表示智慧教学的多维度均衡策略（见图16）。

经常听到很多教师和教研员喜欢讲“分层教学”，我觉得这是一种过时的教学思维定势。传统的

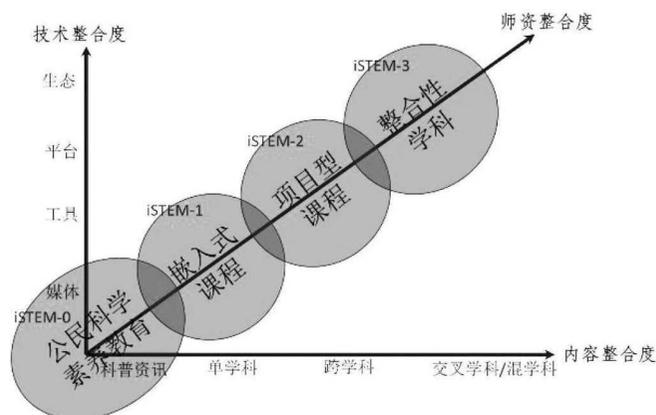


图 15 STEM 教育的整合机制

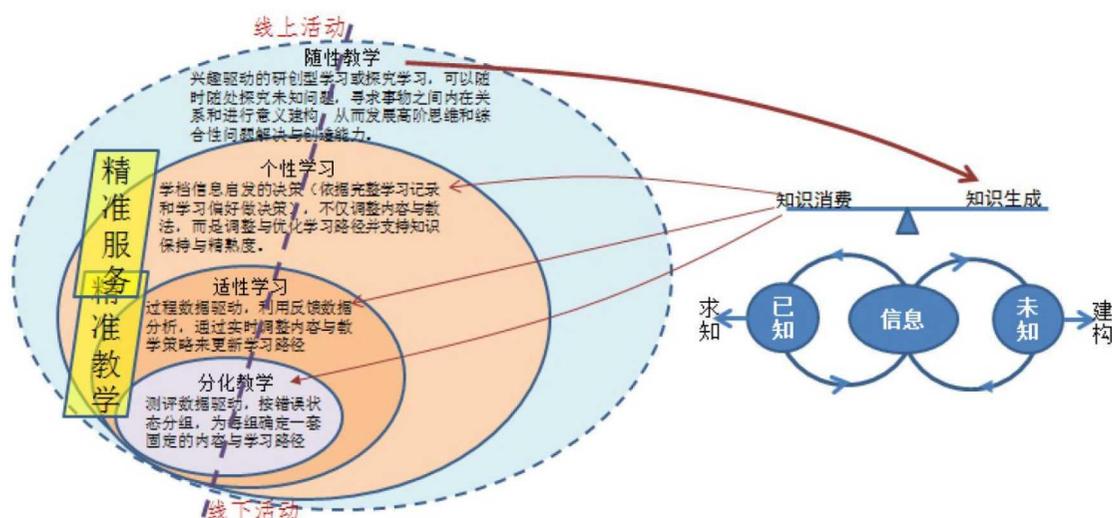


图 16 无缝翻转学习作为创新教学新模式<sup>[13]</sup>

分层教学按照摸底测验来测试成绩，把学生分到 A 班、B 班、C 班。为什么说这种做法很粗糙呢？假设你提供的测验有 10 道题，A 生在题目 1、3、5、7、9 答错了，B 生在题目 2、4、6、8、10 答错了，他们的得分是一样的，但错误模式完全不同。在信息化条件下，我觉得讲“差异化教学”（或简称“分化教学”）“精准教学”“适性学习”更好。差异化教学通常根据学生变量（就绪状态，学习兴趣，学习风格）来调节过程变量（学习内容，学习过程，学习产品；有的将“学习环境”作为第四变量），教学计划的设计是重点。在技术赋能的班级差异化教学中，可以利用形成性评价数据对学生进行动态分组，按组实施针对性的教学干预，组与组之间未必存在层次高低问题，而是因错误模式不同而采取不同的干预措施。精准教学则可以进行高频度的测练、分组与干预，属于较高精度的差异化教学。还有人工智能技术支持的适性学习，可以考虑到学生的认知风格、学习历史、错误模式等因素来调整学习路径，做到“一人一路径”，可以说是高精度的差异化教学。差异化教学和精准教学都是以班级教学为基点的，而适性学习是以个别化学习为基点的。

关于学习评价，我们根据智慧教育的六大特征做过一个评价量规。“量规”是我炮制的英文 Rubric 的中译名词。2000 年，我们在引进英特尔未来教育项目做教材翻译时遇到这个名词，当时国内没有现成译名，我根据上下文做了分析，觉得它属于一类特殊的评价量表，比一般等级量表做得更为细致，把每个评价指标的具体表现都清晰地描述出来了，可以作为表现性评价的规范，既可以支持专

家评价,也可以支持自我评价、同伴评价。如果在学习任务开始时给学生预告量规,可以对学习行为起到很好的指导作用。

中共中央、国务院于2020年10月发布了《深化新时代教育评价改革总体方案》,提出教育评价改革国策,特别强调坚持科学有效地改进结果评价,强化过程评价,探索增值评价,健全综合评价,充分利用信息技术,提高教育评价的科学性、专业性、客观性。我们要积极探索在智慧教育理念指导下落实国家政策,探索信息化赋能教育教学评价的创新实践。

国内外教育专家越来越多地认识到,教育测评要往数字化、智能化方向发展,基于“数字学档”的评价已经成为亮点。美国有100多所私立名校成立了一个“精熟成绩单联盟”(Mastery Transcript Consortium,简称MTC),提出一个基于数字学档的新模型,把学生的表现分成8个维度(思维习惯、创造能力、沟通能力、适应能力与主动性、信息技术素养、全球视野、领导力与团队协作),每个维度都收集了很多可信度很高的证据来展现。MTC的评价新模型不给学生分等级,以各维度达到合格为准,这是根据“精熟学习”(Mastery Learning)理论提炼出来的评价办法,旨在鼓励人人成才、成功。这样的评价模型,必然倒逼教育教学进行多方面革新。例如:首先,学校教育方针必须从知识本位转向能力本位;第二,学校要能够为学生提供丰富的资源,以支持他们多元化发展;第三,学制与教学组织必须是弹性的,快生二年毕业,慢生多几年也可以。

最后,关于学校形态的变化。美国的“创新学校网”是一个非营利性组织,鼓励学校多元化创变,特别推荐了七种创新教育模式:STEM教育、项目/问题学习、探究学习、交叉学科、脑基学习、实地学习、混龄学习。在此我介绍几个案例。

美国斯坦福在线中学是教育数字化转型走得最快的私立学校,创办于2006年,含7~12年级,全部使用在线课程,校园变成了STEM教育中心。学校学生数800多人,平均班额11人,学生可以自选半日制或全日制。这个学校的学业综合排名在美国加州位居私立学校第一,STEM教育在加州排名第二,在美国全国排名第三,说明办得非常成功。

“脑基学习”利用过去二十年国际神经科学研究新成果,提炼出12条学习指导原理:(1)大脑是一个并行处理器;(2)学习涉及整个生理学;(3)意义的搜寻是与生俱来的;(4)通过形成范型认识世界;(5)情感对范型形成是关键;(6)脑同时感知和创造部分与整体;(7)学习包括集中注意和边缘性感知;(8)学习包括有意识与无意识的过程;(9)我们至少有两套记忆系统,一套空间记忆系统和一套机械记忆系统;(10)当事实与技能镶嵌在丰富的空间记忆中时,脑的理解与记忆最佳;(11)学习因挑战而增强,因威胁而抑制;(12)每一个脑都是独特的。虽然对于这套原理存在许多质疑,美国仍有一批学校在试行脑基学习。

“实地学习”鼓励学生亲近大自然,在野外“探险”活动中学习和锻炼体魄。美国哈佛大学教育研究生院与一家户外运动公司合办了野趣学习联校,提出野趣学习十原则,包括:发现学习为要;鼓励奇思妙想;对自己的学习负责;同理心与人文关怀;成功与失败都是必要学习经历;协作与竞争并举;多元化与包容性;贴近自然世界;独静与内省;社会服务与同理心。我特别欣赏从失败中学习的观念,要将失败经历作为学习资源。还有,“独静与内省”也很有必要啊,不能让学生一天到晚忙得找不着北。

关于混龄学习,好像不是新鲜玩意儿,我读小学时就是四个年级28个学生在一个班上课,只有一位女教师,她什么课都教。十多年前,我在德国考察学校时也看到混龄班,三个年级十几个学生在同一个班级里。但是,如果把混龄学习提升为一种教育制度创新,那么意义就不一样了。美国斯坦福大学于2015年开始酝酿开环大学项目,不久前正式列入《斯坦福大学2025计划》,作为关键项目之一。该计划大胆地取消了入学年龄的限制,无论是17岁前的天才少年,还是进入职场的中年,甚至

退休后的老人都可以入学,这是区别于传统闭环大学(18~22岁学生入学,并在四年内完成本科学业)的最主要一点。另外一个鲜明的特色是延长了学习时间,由以往连续的四年延长到一生中任意加起来的六年,时间可以自由安排。

由“开环大学”打开思路,我们想一想能不能让中小学的体制也变得开放、灵活一些呢?实际上美国已有一些“混成校”(Hybrid School),允许学生选择和搭配多种多样的模式,可以全部在线学习,部分在线学习,或者全部面授学习。我相信,在信息化时代,这种柔性教育、柔性学习模式将在基础教育领域大行其道。真正的个性化教育时代即将到来,现行的招生和毕业“一届一届”,像种庄稼“一茬一茬”收割的模式将会被逐渐淘汰。

另外一个发展动态是中学教育专门化。例如:美国加州的“达芬奇学校”,采取交叉学科和校企合作办法,实际上它已经提前分类了,有设计中学、创新学院、拓展学校、传媒中学等。英国、美国甚至开始出现“创业学校”,在中学开设创业课程。

教育教学模式的创变对学习空间的设计提出诸多新要求。我提出几条关于未来学习空间的建设原则:技术融合,学生中心;人文渗透,雅致实用;连通社会,开放共享。

总之,在互联网+教育的时代,我们的学校形态和功能都会有很大变化,大多超出我们的想象。所以,国际上有一个“教育再想象”大奖赛,被认为是教育中的奥斯卡奖,共有四类奖项:技术赋能教学创新奖、学科教学创新奖,区域教育创新奖以及特别奖。

未来学校到底像啥样?2020年初,世界经济论坛发布了一份名为《未来学校:为第四次工业革命定义新的教育模式》的报告,提出了“教育4.0全球框架”,指出未来学校需要具备八个关键特征:全球公民技能(Global Citizenship Skills)、创新创造技能(Innovation and Creativity Skills)、技术技能(Technology Skills)、人际关系技能(Interpersonal Skills)、无障碍和全纳学习(Accessible and Inclusive Learning)、问题化协作学习(Problem based and Collaborative Learning)、个性化和自步学习(Personalized and Self paced Learning)、终身学习和学生自驱学习(Lifelong and Student driven Learning)。前四项是关于学生能力的描述,后四项是关于学习模式创新的描述。这些特征体现出技术是可以起很大作用的,但也不是万能的。

2020年9月,联合国教科文组织UNESCO发起了“教育之未来全球行动”。UNESCO总干事奥德丽·阿祖来在动员大会上说:“我们深厚的人文精神使我们无法将教育简化为一种技术或一个技术问题,甚至也不能简化为一个经济问题。”我也深以为然。因此,发展智慧教育需要技术,更需要教育智慧。

技术促进教育变革有四种作用,分别是替代作用、扩增作用、改进作用和革新作用。随着变化程度的提升,变革风险也会越来越大。过去从来没有人讨论过信息化教育的风险问题,我首次提出并让我弟子做了一个研究项目。在明知有风险的情况下,我们不是采取止步不前的态度,而是积极行动,从小做起,迭代优化,积小胜为大胜。所以,我带着学生做了一个关于技术赋能教学微创新的研究,成果即将发表。

最后,再和大家分享一下我悟出的几句话:科学研究发现规律,技术应用实现价值,创意设计提升价值,文化取向影响价值。智慧教育是科学性、技术性、艺术性、人文性的有机统一,其核心价值是使学生获得美好的学习发展体验。所以,我建议咱们应当把教育作为“超学科”来研究,并非所有东西贴上科学标签就是好的,而教育压根儿就不是单纯的科学技术问题。

(本文系基于祝智庭教授于2020年12月17日在华东师范大学国家教育宏观政策研究院所作的同名学术报告录音整理而成,并经作者本人审定。录音整理:王天健,吕雪晗。)

参考文献:

- [1] 中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》[EB/OL].(2019-02-23) [2020-12-26]. <http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content-5367987.htm>.
- [2] 陈翔.IBM 破译智慧教育的密码[EB/OL].(2009-08-24) [2020-12-26]. <https://blog.51cto.com/iterchina/196179>.
- [3] 卢明森, 鲍世行.钱学森论大成智慧[M].北京:清华大学出版社, 2014:307-312.
- [4] 顾基发.协同创新-综合集成-大成智慧[J].系统工程学报,2015(2):145-152.
- [5] Ackoff R L. From Data to Wisdom[J]. *Journal of Applied Systems Analysis*,1989,16:3-9.
- [6] 祝智庭.智慧教育新发展:从翻转课堂到智慧课堂及智慧学习空间[J].开放教育研究,2016(1):18-26+49.
- [7] 祝智庭,孙妍妍.创客教育:信息技术使能的创新教育实践场[J].中国电化教育,2015(1):14-21.
- [8] 祝智庭,彭红超.技术赋能的韧性教育系统:后疫情教育数字化转型的新路向[J].开放教育研究,2020(5):40-50.
- [9] 郁晓华,张莹渊,黄沁,祝智庭.基于 Cloud Card 的个人学习空间云架构[J].中国电化教育,2016(7):11-21.
- [10] 祝智庭,彭红超.全媒体学习生态:应对大规模疫情时期上学难题的实用解方[J].中国电化教育,2020(3):1-6.
- [11] 祝智庭,雒亮,朱思奇.创客教育:驶向创新教育彼岸的破冰船[J].创新人才教育,2016(1):32-38.
- [12] 陶行知.中国教育改造[M].武汉:长江文艺出版社,2018:182.
- [13] Hwang G J, Lai CL, Wang S Y. Seamless Flipped Learning: A Mobile Technology-enhanced Flipped Classroom with Effective Learning Strategies [J]. *Journal of Computers in Education*,2015(2):449-473.

## Smarter Education is Leading the Way of Future Innovations of School Education

ZHU Zhi-ting

(School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai, 200062, China)

**Abstract:** Smarter education represents a future education paradigm which enables better development of learners through innovative process of teaching and learning empowered by human-machine collaborative efforts. Problem-driven and ideology-leading are the dual driving forces for technology-enabling educational transformations. Data wisdom, pedagogical wisdom and cultural wisdom build an “intelligent bridge” connecting data, information and knowledge to wisdom. Six basic characteristics of wisdom education are identified with smarter education, namely “precision, individuality, collaboration, optimization, thinking and creation”. Pursuing smarter education must lead to systematic changes of future schools which could be prospected in four aspects, including environment construction, instructional mode, learning evaluation and school modality.

**Key words:** smarter education; future school; learning space; maker spirit; flipped classroom; STEM education

(责任编辑:张国霖,邱燕楠)

(责任校对:邱燕楠,翟金铭)