

以指数思维引领智慧教育创新发展*

祝智庭¹, 俞建慧², 韩中美², 黄昌勤²

(1.华东师范大学 开放教育学院, 上海 200062;

2.华南师范大学 教育信息技术学院, 广东 广州 510631)

[摘要] 智慧教育作为教育信息化 2.0 发展的新目标已经得到了共识,并成为推动信息化新一轮创新发展的新浪潮。随着人工智能技术的快速迭代更新,智慧教育作为教育信息化的高端形态,其中的各要素皆以指数级速率增长爆发,为智慧教育跃升为指数教育提供了机遇。因此,在指数思维引领下,智慧教育的创新发展成为新诉求。鉴于此,文章对指数思维深度融合智慧教育展开了理论探究。首先,概述了智慧教育的核心内涵与特征,并解析了指数思维创新需要摒弃零和思维、跳出线性思维、破解帕累托思维、强化多元思维。在此基础上,从顶层设计和适切性两个角度,贯穿文化智慧、数据智慧与教学智慧三大智慧来透析指数思维赋能的智慧教育,进而提出指数思维在智慧教育系统中的映射。最后,列举了若干颇具指数效应的学习方式与学习技术,旨在探寻指数思维在智慧教育中可为的创新,助力智慧教育的迭代优化,以期智慧教育跃升为指数教育提供可行的设计思路和借鉴意义。

[关键词] 指数思维; 智慧教育; 人机协同; 思维创新; 指数效应

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 祝智庭(1949—),男,浙江衢州人。教授,主要从事教育信息化系统架构与技术标准、信息化促进教学改革与创新、技术使能的智慧教育、面向信息化的教师能力发展、技术文化等方面的研究。E-mail:ztzhu@dec.ecnu.edu.cn。黄昌勤为通讯作者,E-mail:cqhuang@zju.edu.cn。

一、引言

当前的世界教育变革风云迭起,教育信息化的推进已成为各国抢占教育发展的制高点。2018年,教育部印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知中明确指出,教育信息化 2.0 行动计划可以引领推动教育信息化转段升级^[1]。从该计划中“智慧教育创新发展行动”的发展定位和实施来看,体现了在教育信息化 2.0 时代,国家对发展智慧教育的生态考量和系统逻辑,有助于带动教育领域的创新发展。鉴于此,祝智庭教授提出了教育信息化 2.0 启程,智慧教育领航的实践路径^[2]。

智慧教育必将是信息技术与教育深度融合。因此,

智能技术支持下的智慧教育是教育信息化的新境界、新诉求。2017年,国务院发布《新一代人工智能发展规划》部署了智慧教育开展的相关工作^[3]。2018年,推进智慧教育创新示范也被教育部列为工作要点。以上政策皆揭示了超级计算、移动互联网、大数据、脑科学等新兴理论与技术必将赋能智慧教育。2009年,Kurzweil与X-Prize创始人Peter Diamandis共同建立了奇点大学(Singularity University),发展理念是培养指数思维(Exponential Thinking),利用指数技术以应对在指数增长的科技下遭遇到的重要挑战^[4]。指数技术就是基于计算能力、人工智能、传感器、机器人等聚合技术融汇多领域且改变世界的颠覆性技术,为世界带来指数级

* 本文系根据祝智庭教授 2018 年 11 月 30 日在华南师大所做报告《追寻智慧教育的理论探思》中的部分内容记录整理而成,黄昌勤团队梳理和充实了内容。

基金项目:全国教育科学“十二五”规划 2014 年度国家一般课题“智慧教育环境的构建与应用研究”(课题编号:BCA140051);教育部人文社科规划 2018 年基金项目“大数据背景下网络学习空间的智能服务生态与应用模式研究”(项目编号:18YJA880027)

飞跃,并改变每个行业,教育领域也将迎来新机遇。因此,指数思维引领下缔造的智慧教育新生态,呈现出跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控的新特征,使得智慧教育的创新发展引来新的曙光。

然而,指数时代教育系统变得极其复杂,这对智慧教育的研究应用提出了很多新挑战。例如,如何在指数思维引领下构建智慧教育生态环境,并运用智慧教育理论、方法帮助教育多类型主体(教师、学生、管理者等)优化作业过程,且通过改革评价机制,促进学习者美好发展,乃是目前亟待破解的难题。对此,本文将梳理智慧教育的核心特征和内涵,并解析指数思维。基于此,我们考虑如何以指数思维引领智慧教育创新发展,提炼出多样化指数效应,为智慧教育跃升为指数教育提供可行的设计思路,助力智慧教育优化发展。

二、智慧教育的发展必须思维创新

创新是教育发展的灵魂。智慧教育作为未来教育发展的方向,涉及教育文化、教育观念、教育体制、教育内容等方面的创新,需要统筹兼顾,整体实施,协调推进^[5]。随着智能革命席卷全球,面对智慧教育发展新诉求,如何在社会信息化大背景下,推动智慧教育的发展进程,解决当前教育发展难题(公平与均衡、优质与创新、个性与灵活),以思维创新、技术创新、教学法创新等落实智慧教育创新发展,思维创新为智慧教育的发展带来一种崭新的思考方式和洞察视角,成为智慧教育发展的引领方向^[6]。因此,本文将从智慧教育的核心内涵出发,阐释智慧教育发展过程中涉及零和思维、线性思维、指数思维等创新的必要性。

(一)智慧教育的核心内涵与关键特征概述

信息化环境下智慧教育的真谛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^[7]。以下将依据祝氏“智慧教育”定义中的数据智慧、教学智慧、文化智慧三个关键词,阐释当前智慧教育的核心内涵和关键特征。

1. 数据智慧

作为技术赋能智慧教育的三大智慧之一——数据智慧,首先应侧重考虑教育中的人机协同问题,“人”指学生、教师等多类型教育主体,“机”指技术中的软、硬

件等相关设备,从而实现数据向智慧的跃升。在具有“弱规则”特性的智慧教育领域中,数据智慧正是人机协同新型认知范式的重要体现之一,尤其需要领域专家洞悉或剖析数据智慧模式中隐含的教育因素,从而提供更优质的学习服务^[8]。人机协同的数据智慧机制以理解力为纽带,主要包含数据跃升为信息的数据关系组织机制,信息跃升为知识的信息模式识释机制,知识跃升为智慧的知识原理派生机制三部分^[7]。

在数据的关系组织机制中,包含目的切入、关系确立、数据塑形和意义表征四个环节。目标是对特定关系组织的数据进行描述分析与可视化表征,形成对数据本身意义的初步理解,即“觉而知”。在信息模式识释机制中,特征提取和信息模化偏向于机器处理,意义理解和模式解释强调人为理解。旨在辨别信息中内隐的模式并对其进行解释,即“知如何”。在知识的原理派生机制中包括专家端倪、价值判断、机器学习、决策生成共四个环节,目标是将形成的原理形式化为规则,表现为基于洞见的决策形成智慧的过程,即“知最佳”。

2. 教学智慧

智慧教育生态本质上是一种教法、技术、文化相互驱动的环境,借助技术的增能作用驱使教法走向教学智慧,促使学生知识、技能、能力、品行的均衡发展。

人工智能技术的出现,在获取与感知复杂多维教育数据、检测与评估动态教学过程、提供个性化学习服务、制定精准教学决策等方面呈现出不可估量的爆发式效应。显而易见,技术可“赋能”智慧学习评估,可“赋能”学习服务生态。从学习者角度出发,在技术支持下将会获得适宜的个性化学习服务和良好的发展体验,从教师角度来看,教师能够施展高成效的智慧教学方法并开展基于核心素养的智慧评估,从而实现对21世纪智慧人才的培育,实现优质的教育^[2]。

3. 文化智慧

文化乃是特定群体共有的理念、价值观或生活的准则,会深刻影响人们的待人处世、问题解决方式与制品创造。在祝氏“智慧教育”定义中,认为教育是一种观念形态文化现象。文化的生成是通过理念价值、行为方式和制品符号三个核心要素依次循环迭代的过程。在此过程中,理念价值渗透到不同的个体,个体基于已有知识经验,根据不同的情境需求,选择性地处理获得的理念价值;所获得的多个理念价值将通过模式识别与价值认同过程,抽象成为新型文化,以此实现对理念价值的传承与发展。理念价值的传承与发展实则是心智能量的流动,行为方式起到信息传递的作用,而制品符号的循环使用与演进则是物质循环的

一种体现。映射到具体的教育领域,教学设计过程可看成是由理念价值经由行为方式形成制品符号(如教案、讲义、微视频等)的过程,而教学过程是由制品符号经由行为方式生成理念价值(学习者的理念价值)的过程,以此实现教育文化智慧的发展^[2]。

(二)影响智慧教育发展的思维方式辨析

思维(Thinking)乃是人的心理编程活动,思维方式(Mode of Thinking)好比编程算法(Programming Algorithm),而思维模式(Mindset,另有中译心态、心向等)则是人的心灵软件。常言道,“思路决定出路”,思路是指某种确定的思维方式取向。虽然智慧教育的理想很美好,但践行智慧教育却会受到很多因素制约,首先是思维模式的影响。在此,我们分析若干对智慧教育发展有较大影响的思维方式,这里所说的“影响”是双向的,有的带有阻碍性影响,有的具有促进性影响。

1. 零和思维(Zero-sum Thinking)

零和思维源自零和游戏,零和游戏又叫游戏理论或零和博弈,游戏者有输有赢,一方所赢正是另一方所输,而游戏的总成绩永远为零^[3]。不言而喻,现阶段的教育也存在着随处可见的“零和”效应。在当前中国高考招生体制下,学生与家长投入较多的时间、财力与精力竞争清华、北大等名校。这种现象最严重的莫过于北京海淀区的黄庄,这里驻扎了学而思、新东方等数十家课外机构,周末大量的家长将陪伴学生额外培训。就好比前排观众站起来的时候,后排观众也不得不这样做,校外培训也陷入了死循环的“剧场效应”。除此之外,“零和”效应也出现于当前的在线教育中。虽然我国面向课外辅导的在线教育发展得如火如荼,但是大多在线教学模式,还是一味地将“教师教授—学生练习”继续照搬到线上,以提分竞争为目标,将教育竞争的“剧场效应”从校内空间推广到网络空间。从上述分析可知,在“剧场效应”的强大作用力下,从学生个人、学校、家庭直到地方行政,都自觉或不自觉地调进“零和陷阱”。如何消弭我国教育中的“零和思维”,发展智慧教育范式,是现阶段亟须解决的关键问题。

(1)蛋糕做大思路,增加优质资源供给

现阶段大多数教育模式属于消费侧互联网,优质资源聚集在少数学生身上,而大部分享受不到,尤其在偏远地区。那么,当前智慧教育创新需要做的就是供给侧的升级,增加优质资源的供给,不让任何一方的利益受到损害,促进优质资源的深度共享。

(2)体制变革,从单轨赛跑到多轨适调

改变“唯分数论”“一考定终身”的高考体制病态思维,变革当前的高考体制,从“唯分数”的单轨道评

价体制向以“综合素质”为主的多轨道考核方式转变。比如:浙江省探索了一种“三位一体”综合评价招生模式,减少对基础知识的测评,更侧重于对问题解决、独立思考、批判性思维等综合素质能力的考核^[10]。

(3)适性服务,个性发展

“因材施教”是教育千百年来追寻的目标。对于学生的个性化发展,由于每位学生的兴趣爱好、创造潜力等专属特质千差万别。因此,在培养智慧人才时,需根据21世纪核心素养框架,利用信息技术为其提供自适应的服务,促进智慧人才的个性化发展。

2. 线性思维(Linear Thinking)

线性是数学中用来描述不同类型数之间关系的概念,指变量与变量之间的正比例关系,满足加和性原理,即在线性系统中部分之和等于整体。因此,本文认为线性思维是一种单向的、单维的,缺乏变化的思维方式。而教育本身是一个充满非线性关系的复杂生态系统,存在着各要素间的相互依赖、相互渗透、相互结合和相互制约等非线性关系,因此,不能以线性思维将教育的发展做简单化和粗糙化处理地相加,只注重某一要素的发展,追求教育发展的单一性、无限性。

从认知层面来看,一般而言教学成效与师生投入时间成正比,在知识接受学习情况下,只有短时(8~10min)具有线性效应,时间过长效益会下降,究其原因乃是违反脑科学所致。然而,当进行探究性学习时,学生却可以自觉地持续投入学习,知识构建与迁移能力将得到最大化。英国知名媒体《经济学人》2012年发布的《学习曲线——国家教育成就的教训》报告中坦言,教育投入与教育产出之间的关联高度复杂,甚至可以说是一个黑箱^[11],而在学生接受知识的认知过程中,认知不会随着时间的增加持续线性增加,因为线性思维违反了“学习曲线”规律。

从宏观层面来说,现阶段的教育一味注重对学生学习成绩的追求,认为只要学生的学习成绩增长,学生的能力也会跟着增长,这种线性思维导致了学生思路单一,缺少灵活性与发散性,严重影响智慧教育中的多元化发展。

因此,在处理当前智慧教育中的各种非线性关系时,必须从不同的层次和维度去认识教育的本质,比如根据人类的认知学习曲线科学用脑,改变“投入即产出”的学习方式,跳出线性的因果关系思维,积极引导教育跨越线性思维模式。因为,毫无理性地将复杂的教育生态关系“化曲为直”,只会为智慧教育的发展带来更多的阻碍。

3. 帕累托思维(Pareto Thinking)

为了突破“零和思维”,让教育变得“多快好省”,可将经济学领域中的“帕累托改善”引入智慧教育。帕累托定律是19世纪20年代初意大利统计学家、社会学家、经济学家帕累托首次提出的。指的是资源分配的一种理想状态,假如一群人拥有一定的可分配资源,要从一种分配状态变革到另一种分配状态,在没有使任何人变坏的前提下,至少使得一个人变得更好^[12]。

在智慧教育中,帕累托思维正与“对每一个学生负责”的教改理念不谋而合,这样的思维可以应用到具体场景中解决实际的教学问题,比如如何合理分配智慧课堂中有限的学习资源、师资力量等,以便最大化均衡课堂效益。从开发课程资源层面看,帕累托思维可解释为:有一种这样的课程资源开发利用状态,即在不减少其他任何学习者的学习效率和积极性学习的情况下,当前的课程资源开发还只是处在改进状态中,并且长期处于改进状态。从教师作为课程资源开发者来看,在资源开发过程中,一定要顺应21世纪智慧人才的核心素养要求,结合学生学习能力、教材、知识点等不同维度,将课程资源转化为最理想化的教学内容。

帕累托思维有积极的一面,也有其不足之处或局限性。帕累托思维原本属于“二八法则”,在教育中,国家资源分配、师资分配中都存在此问题,这就完全不公平。因此,信息化如何破解公平难题,必须突破帕累托的“二八魔咒”。

4. 多元思维(Multi-thinking 或 Plural Thinking)

多元思维(或“复合思维”)是相对于单元思维(只关心智商)。在教育领域中,布鲁姆将教育目标分为三元,但教育实践中只关注认知目标。斯滕伯格提出的三元智能论,包括智力成分亚理论、智力经验亚理论、智力情境亚理论。加德纳则从解决问题或创造产品所需要的能力出发,提出智能具有九种类型(严格讲,加德纳认为是八种智能):语言言语智能、数理逻辑智能、人际沟通智能、自我内省智能、音乐韵律智能、视觉空间智能、自然观察智能、肢体运动智能、存在智能。2016年,加德纳加入第十种智能:教学教法智能^[13]。

在智慧教育(Smarter Education, SerE)的境域中,我们从智慧人才观出发,认为教育所关注的智能主要包括认知智能、情感智能、志趣智能等三类。认知智能与心理学领域的“认知”概念吻合,包括感觉、记忆、回忆、思维、言语、行为,是智力和能力的表现。协同、沟通、领导力等能力需要以情感为纽带,需要个体具备监控自身及他人的情绪或情感,并利用这些信息指导自己思想、行为的本领,称之为情感智能。善于研判、善于创造、富有想象力是智慧型人才的高阶本领,这

种超越知识、经验的本领称为志趣智能^[2]。

人类的最佳运思方式是多种思维兼用并举,互相反馈,各施其能,以全息思维来把握外部世界的全息内容;同时,针对多元思维,改革当前单一的评价体系也是重要的教育智慧发展的瓶颈之一。以此,造就一批具有高度抽象力、想象力和无穷创造精神的,思维能力全面发展的智慧性人才,才可能对社会文化演进与革新有贡献。

5. 指数思维(Exponential Thinking)

线性增长随着时间的推移产生一条稳定的直线,它的增长是常数的重复相加,与线性增长不同,指数增长是常数的重复乘法,这也是导致指数增长飞速的原因。因此,指数思维认为,要想借助技术手段解决最具挑战性的问题或应对未来的持续不确定(比如预测接下来会发生什么和什么时候发生),渐进式或线性思维已不能够解决它。正如雷·库兹韦尔在《奇点近在咫尺》一书中所提,技术的快速发展实际上正在加速社会各个领域的快速发展,这导致了意想不到的技术和社会变革。所以在技术呈指数级增长的过程中,人类必须摒弃大脑的默认模式——线性思维,应用指数思维为未来的指数世界发展提早做准备。

在智慧教育的人机协同文化思维中,文化的生成过程即是理念价值、行为方式和制品符号依次循环迭代的过程,通常将人机关系中的“技术”作为文化制品^[8]。在智能时代,机器智能不仅是技术制品,甚至也是生成文化制品的贡献者。利用指数思维,借助人工智能、机器人、AR/VR等为代表的指数技术快速增长与融合,试行指数学习(Exponential Learning)方式加上体制机制创新,以便能够驾驭每一个指数时代的变化浪潮,从容地迎接智慧教育的未来发展,这也正与祝氏智慧教育定义的核心相契合——通过人机协同作用以优化教学过程与促进学习者美好发展。

三、指数思维赋能的智慧教育

智慧教育的核心是培养具有良好价值取向,较高思维品质和较强施为能力的人才,指数思维赋能的智慧教育全面升级教育的各个要素,破解资源、精力分配不均的困局,评估更趋向全程化、多元化、多维度、主体化以及结果可视化,为智慧教育的创新发展提供了助力,以期跃升为“指数教育”(Exponential Education)。有鉴于此,指数思维使能的智慧教育通过“指数技术”(Exponential Technology)构建智能环境,让教师能够施展高效的教学法,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。因此,我们

将深入透析指数思维与智慧教育的契合点,辨析指数函数在智慧教育中的映射,从而构建基于指数思维的智慧教育机制。

(一) 指数思维与智慧教育的契合

1. 基于指数思维的智慧教育顶层设计

智慧教育涉及多类型用户、富媒体资源、多元化评价以及个性化学习空间等诸多要素,通过系统论的方法,从全局的角度,厘清不同要素之间的内在联系与相互作用机制,以完成智慧教育的顶层设计。顶层设计是推动实践行动从起点走向终点的指导力,鉴于上述要素之间的关系不仅仅局限于线性关系,尤其是在教育数据的快速攒积、新兴智能技术的注入情境下,智慧教育生态更加错综复杂。指数思维具有立足未来、反观当下的特性,因此,根据指数思维和智慧教育深度融合带来的人机协同、跨界融合、群智开放等常态,本文对指数思维使能智慧教育展开自顶而下的顶层设计,如图1所示。

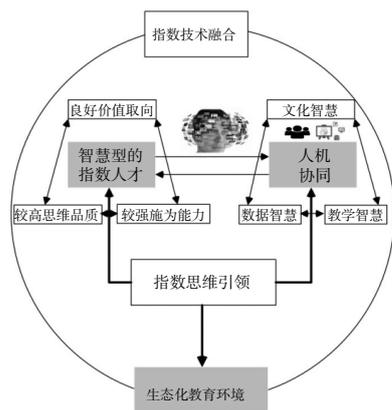


图1 指数思维与智慧教育深度融合的顶层设计

从图1可以看出,根据智慧教育的核心内涵与特征,指数思维对智慧教育的作用重点落在三方面:构建指数技术融合的生态化教育环境,培植数据智慧、教学智慧与文化智慧的人机协同新型指数认知,以及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,三者之间的无缝协同、流转如图2所示。

(1) 构建指数技术融合的生态化教育环境

技术增强的教育生态聚焦于面向线上线下的无缝整合与协同共进,对于发挥各教育要素机能、消除数据鸿沟、补偿情感缺失具有不可替代的良效。智慧教育需要一种专属的智慧学习环境,考虑到技术增强带来的指数效应,所以构建的生态化环境需体现以“体验为中心”“服务为中心”“学生为中心”和“数据为中心”的理念,从而围绕数据驱动、人机协同驱动,利用指数思维来赋能智慧教育。通过上述分析可得,智

慧教育的生态化环境应在一定指数技术融合的智慧学习空间中,促进多协同教育主体与所在空间及空间中多样化资源(设备、设施、富媒体学习内容等)相互作用而形成的教法—技术—文化生态。

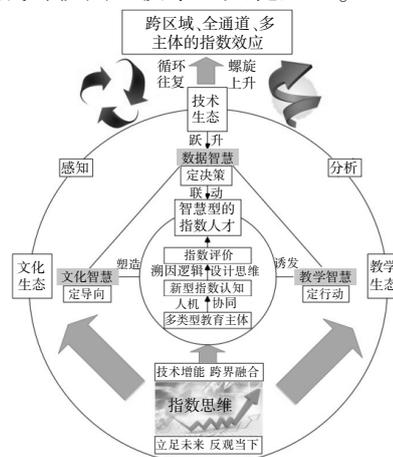


图2 生态化教育环境、人机协同认知及智慧型人才三者无缝流转

在指数思维的促变下,智慧教育生态化环境的能量流动也更加适时畅通。由于指数思维衍生的技术助力,教育各要素的升级不再以线性的速率前进,而是以指数级速率迭代更新,尤以文化智慧、数据智慧和教学智慧体现更甚。首先是通过智慧计算把文化中的价值作为心智能量感知成数据信息,进而在技术系统的支持下,能量从文化系统无缝转入技术系统。在技术系统中,对文化系统中感知的数据展开关于多类型教育主体的细粒度分析,可以有效地识别我们所倡导的微文化模式^[9],利用微文化模式匹配教育各类主体的模式,理解教育主体的实时状态,包括异常行为、学习目标偏离等情况,从而形成相应地教与学行动智慧。通过以上的一系列转换,能量从技术系统进入了教学系统。在教学系统中,依据上述的文化智慧、数据智慧以及行动智慧,教育主体可以相应地对教与学行动形成适性的优化,该优化改善行动可以作为“信息传递”手段,进一步促成能量由教育系统流畅地转入全领域教育主体。至此,智慧教育生态化环境的能量经由指数技术与指数思维支持得以无缝流转、循环往复、螺旋上升。

(2) 培植数据智慧、教学智慧与文化智慧的人机协同新型指数认知

上述智慧教育生态化环境中能量流转正是为培植数据智慧、文化智慧以及教学智慧奠定基础。指数思维理念下培植的是新生智慧,当越过智慧全面爆发的临界点后,智慧的更新与塑形呈指数级倍增,导致难以预测接下来将会发生什么,什么时候会发生。因

此,深入明晰指数思维驱动下三大智慧的培植方式,我们在人机协同的数据智慧机制基础上^[7],提出了培植人机协同的新型指数认知,有利于应对未来教育发生的各种可能。指数时代的人机共生,同样也需要恪守我们所提倡的“底线思维”:人与机器各司其职,机器擅长的事情由机器高效完成,人类擅长的事情由人类做,构建指数技术融合的人类命运共同体,达到人机优势互补的新生态。这一“底线思维”可以促进上述文化智慧、数据智慧以及教学智慧的良性调整和新发展,形成了三足鼎立之势。

人机协同的新型认知是三类智慧不断变化、协同配合、两两相关的三角动态关系,助推指数思维引导下三大智慧的指数跃升。具体讲,数据智慧使得文化智慧和教学智慧成为可能,文化智慧促进数据智慧和教学智慧得到发挥,教学智慧为数据智慧和文化智慧的有效运转提供必要基础。当然,三者之间的三角关系将会随着指数技术的更迭、人机关系的演进而一直处于变化中。为了深入理解三类智慧的培植,以知识为例具体阐述人机协同认知。指数时代,机器在指数技术的支持下已经能够存储指数级增长知识。在特定情境下,人不用分配过多的认知资源在知识记忆上,只需要根据实时情境抽取机器中最佳知识,使得数据跃升为数据智慧。基于此,联动多类型教育主体,诱发行动智慧,激发教学智慧的产生,造就知识可以跨领域、全通道、多主体的指数效应。文化智慧作为理念导向,融合数据智慧和教学智慧的全过程,造就人机协同的文化智慧。指数思维引领的文化智慧可以持续健康的发生,作为数据智慧和教学智慧的指引,从而形成文化智慧定导向、数据智慧定决策、教学智慧定行动良性闭环。

(3) 培养智慧型的指数人才

发展智慧教育的重要目标就是培养智慧人才,从上述三类智慧的能量流转和指数认知培植角度看,指数时代的智慧型人才需要深度融合文化智慧、数据智慧和教学智慧,经过这三种智慧学习将最初文化中的理念价值高保真地转变为学生的才智品性。鉴于此,本文提出了培养适应指数时代的智慧型“指数人才”(Exponential Talents)的教育生态。

智慧教育超越知行合一,倡导思行合一的文化智慧,注重培植学习者的设计思维,并将良好的设计思维作为智慧型指数人才的核心素养。设计思维重在注意环境的不确定性、高度迭近且多种逻辑与道德共存等特性,需要有目的地将人类的兴趣、价值等相关属性纳入设计过程,以便为解决复杂创新性问题提供科学的方法。指数时代,教育情境更加充满不确定性,需要多

元教育主体有目的、有意识、有组织地对涉及多领域、多种可能的问题设计最佳解决方案。因此,把设计思维作为指数人才培养的落脚点,可以有效深度融合三类智慧,培养人才的全生命周期。文化智慧作为着陆点,首先把文化系统的能量转为教育风向标和导向,从而有利于指明教与学全过程的行动方向。在指数技术的撑持下,高效实现上述所剖析的三大智慧之间的无缝流转,数据智慧方面则由“知几无”的朦胧状态进化为“知最佳”的通透状态,教学智慧方面则通过行动智慧达成学习者高笃力的学习。经由以上一系列的三大智慧在人才培养体系中不断流动,促使教育主体的知识、技能、情感态度、价值观皆达到指数级均衡良性发展。

此外,为了培养指数时代的智慧型“指数人才”,评价制度也要从根本上顺应指数评价,达到以评促学、以评促发展的指数人才培养成效。指数思维视角下,溯因逻辑和迭代思维完全吻合设计思维的评价理念,因此,可以用来推动智慧型人才的评价。溯因逻辑从数据智慧中提取出有关教育全领域利益相关者的假设或推测,据此推导出不同情境下不同教育主体可能的评价方案。因此,评价也要因人而异,因时而异,要植根于具体情境与问题中评价,评估预期目标或带来既定结果并加以反馈。基于迭代思维的评价重在塑造人才于不断变化的情境中能根据原有的解决方案适时优化更新,并切实展开进一步行动;由于指数技术对新知识的加入并没有可预见性,便无法预见何时迎来新知识、新资源,从而不能预料如何将其融入现有的解决方案中且不会造成人智商极大的冲突。因此,对于解决方案的迭代和流程,其评价及反馈要及时,缓解迭代性质明显减弱的难题,最终实现人才顺应指数时代,培养智慧型指数人才。综上所述,指数思维指引下设计思维和人才评价,有助于顺应指数时代培养具有良好价值取向、较高思维品质和较强施为能力的智慧型指数人才。

2. 指数思维引领下智慧教育的适切性

在智慧教育环境中,教育主体的全通道数据被收集形成教育大数据,迫切需要“指数技术”(Exponential Technology)挖掘这些数据,以发现潜在模式和知识来支持智慧教育的创新发展。指数思维的本质是使用指数技术从多元多变的情境(文化智慧)数据中学习规律,自动发现模式(数据智慧)并用于预测(教学智慧)。因此,智慧教育作为教育的高端形态,通过指数技术的支持和指数思维的助力为深度理解教育主体的教育带来了新的价值与使命。指数思维作为智慧教育创新发展的适切性是确定无疑的,本文将

从技术、教学、跨界三方面解读指数思维引领下智慧教育的适切性,如图3所示。

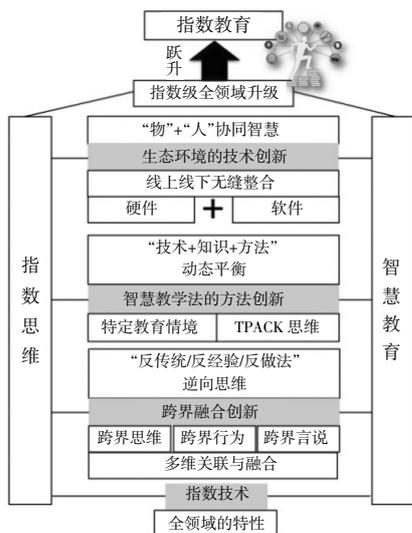


图3 指数思维引领下智慧教育的适切性

(1)支持智慧教育生态环境的技术创新

智慧教育生态环境旨在促使“物尽其用、各司其职”,致力于消除数据“鸿沟”,联通信息“孤岛”。智慧教育的智慧包括两方面:“物”的智慧和“人”的智慧,而技术支持的智慧教育生态环境正是利用指数技术具有全领域的特性,最大化地体现“物”+“人”的人机协同智慧。基于以上对智慧教育生态化环境的剖析,构建该环境要以技术作为支撑,创新面向线上线下无缝整合的智慧生态系统。根据我们之前提出的智慧教育生态系统^[5],智慧教育生态环境主要包括线上线下全过程教育硬件系统和软件系统。

硬件系统的基础设备除了包括传统课堂中交互式电子白板、电子课本以及手持式终端等,还需基于智慧教育理念而新建的满足指数级变化的多类型教育主体教育环境,如动态感知互联互通式的网络系统、AR/VR线上线下协同系统和设备等。以上设备的有效运作,是以各类资源为基础的。智慧教育生态环境中的资源经过不同参与群体的淘汰与优化,一直处于动态补充和更新中。基于以上基础设施和各类资源的构建,工具也成了智慧教育生态环境的必备要素之一。智慧学习环境中选择和使用各种工具应融合多学科特征、多类型教育主体、特定学习情境。指数思维引领下,不管是工具、资源还是设施,都随着科学技术的发展而不断发展和更新。在一定程度上,工具类似于媒体,作为人体各功能器官的延伸,不断发掘教育主体的潜能,促使教育主体的智慧指数激增。

软件系统重在体现硬件系统智慧性的“灵魂”所在,是运行在硬件系统上的多类型、全方位服务,可以

积攒教育全过程数据,是数据智慧的发生前提。软件系统的智慧性在指数技术的支持下,可以无创、实时感知教育主体的真实情境,进而多维度识别各类教育主题的状态,从而全方位提供多元评估。同时,教育主体可以自动获取过程性可视化数据,及时发现不足并调整学习策略,有助于在实践与反思的基础上完成知识的建构和智慧的养成。

基于上述智慧教育生态环境的构建,辅以指数技术,形成了新型的教育高级形态,实现合作型、建构型、交互型的智慧教育生态环境的二重境界。

(2)支持智慧教学法的方法创新

现阶段智能化教学系统弱化了教师的参与,学习者自定步调则可以自主展开学习。从短期来看,智能化推送缓解了学习者信息迷航的困扰,但从长远的利益着想,过度倾向于系统的建议与推送,则缩小了学习者的知识面,阻碍了自我反省和智慧的增加,与指数思维理念完全背离。因此,纵然机器学习应用能实现一定程度的智能化和个性化,但教师为学生提供的情感互动、协同交互以及动态课堂的适时调整是机器学习难以突破的瓶颈。因此,正如上文所述的“底线思维”,系统是为了辅助教与学,实现人机协同的智慧互补,促进教学法的方法创新。

在真正的教育情境中,数据具有大数据和小数据的特征,上述技术支持可以联结大数据和小数据实现智慧教学法的方法创新,以智慧教育为根本基石,以智慧教学法为催化促导。智慧教学法从教学—内容—技术以及三者交互部分(重叠)加以探讨。指数时代的智慧教学法在以下几个方面有所作为:个性化学习、赋能学习者、洞察学习的人机本质,有利于构建人机协同的学习共同体。教学法的智慧性体现在根据具体的教学情境,如教学目标、学习者的认知水平、教学场所的设施等因素,教师善于运用TPACK思维框架,构建学科知识、教学法和技术三者之间的平衡生态,以期通过智慧的、灵活的、富有张力的教学方法展开跨学科知识、多主体协同的教与学方式。

总之,智慧教学法要在指数思维的引领下平衡教与学关联各要素之间的复杂关系与权变关系,为提供人机协同智慧的最佳教学方法提供可能的思路。这本身就是一个充满智慧的反思、探索、发现的长期实践过程。

(3)支持智慧教育与指数的跨界融合创新

指数时代出现了全新的整合逻辑和实现契机。基于指数技术的跨界需要对智慧教育的全要素进行升级、融合与重构,且由于指数时代的瞬变性需要利用反传统、反经验、反做法的逆向思维方式,把表面似乎

无关的东西用未来的需求、内在逻辑和服务方式创造出一种新的模式,从而达到全方位无缝跨界融合。

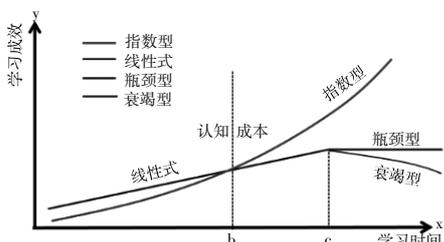
支持智慧教育的指数级全领域跨界具有多维性、关联性与融合性,这些特征决定了跨界是人类知识进步与能力提升、科学发现和技术发明不可或缺的催化剂与推动力。用跨界融合推动智慧教育的指数级创新,包括支持与推动跨界思维以培养智慧的教育思维,通过跨界行为构建智慧教育行为,以跨界言说为背景与指向创设智慧教育言说三大方面。此外,指数思维指引下智慧学习场景也可以实现跨界提炼。指数技术支持下可以无缝实时完成场景分析,实现基于智慧教育的框架梳理和提炼跨区域、跨领域、跨群体的教育场景融合。

综上可知,从指数级增长的数据中,指数思维助力能够自动提取数据智慧,从而形成教学智慧,使得智慧教育迎来指数教育。正是二者的高度契合,使得指数思维可以作为智慧教育的核心支柱,撑持智慧教育培育智慧人才梦想。因此,指数思维应用于智慧教育是适合的,也是必要的。

(二)指数思维在智慧教育中的映射

1. 智慧教育中指数思维的映射

基于上述指数思维与智慧教育契机的剖析,从宏观的角度对指数思维与智慧教育的契机有了一定的认识,本节将从微观的视角,以喻示方式阐述指数学习方程模型 $y=e^x$ 的指数思维如何作用于智慧教育。随着人工智能技术的指数增长,我们需要跳出线性学习方程 $y=x$ 为代表的线性思维,以典型的指数学习方程模型 $y=e^x$ 为基准的指数思维创新发展智慧教育,其中 y 为学习成效, x 为学习时间。图4分别表示了指数思维与线性思维两种情况下学习成效的走势。



从图4中可以看出,开始之初,线性学习和指数学习模型的增长速率基本保持一致,属于线性式增长,但是当 $x=b$ 的时候,由于认知成本的因素,指数学习方程模型开始以指数级的速率连续性超越线性学习方程模型。因此,从数学的角度印证了智慧教育需要指数思维来引领创新。除此之外,还要特别强调的是在现实教育情境中,因为教育主体的认知投入具有时间局限性,所

以学习成效的增长与学习时间投入并不成正比,往往到达某个点(如图中的 $x=c$ 点)后,学习成效会保持不变,出现了瓶颈型增长,甚至出现倒退的风险,导致衰竭型增长^[16]。综上所述,智慧教育需要指数思维助力,若想获取超预期的学习成效,重点在于顺应指数技术的发展趋势,达到人机协同的指数认知。

在指数时代下,智慧教育的影响因素更加动态多变且纷繁复杂,为了更加贴合智慧教育的真实场景,指数思维的学习方程模型也需要随之发生变形。除了上述考虑两个因素的基础指数学习方程模型,还有更多复杂的指数学习方程来建模指数思维在智慧教育中的映射,如 $y=me^x$ 、 $y=e^{kx}$ 以及 $y=e^{k(x_1+x_2)}$ 等指数学习方程模型^[17]。以具体的情境为例,在以往的传统教育中,学习程序性知识,比如临床医学,仅仅通过视频与文本等抽象的形式展开学习,在指数时代,可以提供AR/VR等泛在交互技术更加深入学习与体验,基于AR/VR的场景式教育则有助于学习成效的提升。反之,如果学习的是陈述性抽象知识,如数学中的鸡兔同笼问题,若提供过于具象化的技术,则会影响抽象思维能力的培养,致使遇到同类问题则依然不能解决,使得学习成效不进反退。从以上分析可以看出,不同的指数学习方程可以隐喻不同的智慧教育场景,所以,指数思维引领智慧教育的创新发展需要因境而异,因境制宜。

2. 智慧教育S曲线生命周期

从以上对指数思维在智慧教育中映射分析可以知晓,指数型增长是永远持续下去,无止境的。事实却并非如此,由于连续的技术革新所驱使,有些趋势可能会持续很长一段时间。Kurzweil以20世纪计算机领域的技术演进为例:机电、真空管和集成电路,当每一种技术耗尽潜力时,下一项技术便接踵而来,且相较于之前将会有突破性的进步,促进了各个领域的提升^[18]。因此,本研究提出了指数思维引领下智慧教育的演进S形曲线,如图5所示。

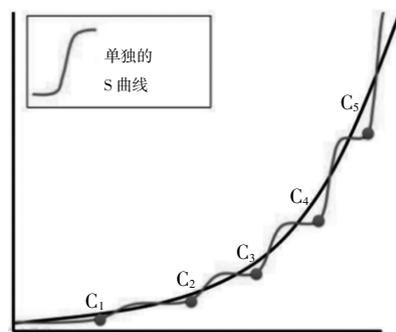


图5清晰地揭示了智慧教育的演进与技术的更

迭相吻合,由一系列螺旋上升的S形曲线组成,且可以看成是技术发展所经历的三个阶段:初级阶段、中级阶段和平稳阶段。初级阶段的特点是增长缓慢,而中级阶段则呈爆炸式增长,最后的平稳阶段是随着技术的成熟而趋于平缓。这些S曲线重叠递进,可以发现两个规律:当一项技术增长缓慢时,就会有另一项新技术骤然崛起且加速发展;随着每一条新的S周期出现,达到高性能所需时间也越来越少。

如果以具体的教育情境为例,我们也可以发现一个有趣的现象,当学习者自主学习时,假设每一个学习者的学习内容序列都相同,则在社交媒体的支持下,少数的学习主体之间的交互可能会产生线性结果,一旦集聚到cMOOCs规模时,将不再是单个个体学习智慧的累加,而是造就了指数级爆发,在爆发临界点(如 C_1, C_2, C_3, C_4, C_5)的前一刻学习主体不会感觉有所变化,一旦越过该临界点则会发生颠覆性的变化。比如迈步时,假设我们迈步的距离是呈指数增长的,到达10英里共需要30步,而前29步只有5英里,从而可以说大部分的路程是最后一步完成的,最后一步具有爆炸式的增长且发生在相对较短的时间内,而之前的任何一步都显得微不足道。

通过以上智慧教育的S型演进剖析,在指数思维引领下,指数级趋势的初期,教育主体往往意识不到变革即将来临,由于增长速度缓慢,很难与线性增长区别开来,具有欺骗性。因此,对指数级增长的期望似乎是痴人说梦。指数型增长先是欺骗性的,然后是爆炸性的,规划指数教育的未来总方针是:做好迎接惊喜的准备,因势而动。

四、智慧教育中指数思维可为的创新

通过以上指数思维在教育中映射的不同情景,为智慧教育跃迁至指数教育提供了可持续且较为科学的理论支撑。在智慧教育境域中,指数效应是指数思维所赋能的智慧教育价值倍增的教育现象。指数效应本质上属于乘法法则,正如蒙氏教育中对“良性乘数”的界定,也会产生价值倍增的爆发力。究其本质,祝智教授在《智能教育:智慧教育的实践路径》一文中揭示了只有当技术适用性 >1 且教育方法适当性 >1 ,总体效应才会 >1 ,任何一方失当将会导致智慧教育成效不尽人意甚至挫败;当某方达到远大于1的n倍甚至x次幂时,智慧教育的奇迹就出现了,这就是指数思维引领下智慧教育追求的大目标。因此,本文提出了智慧教育中指数思维可为的创新,并列举若干可能具有指数效应的学习方式与学习技术。

(一)cMOOCs: 社交媒体支持群智发展的指数效应

社交媒体爆炸式的增长与互通性,打通了连接数字世界与现实世界的大门,促进了人与人之间的互联性,使得各行业的创新发展呈现非线性指数增长的趋势,带来的指数效应不可想象。社交媒体使得教育领域出现新的学习生态发展形态,多教育主体、多样化学习资源以及跨空间交互呈现指数级增长趋势,必将带来社交媒体支持学习的指数效应,其中典型代表当之无愧为目前人人关注的cMOOCs(Connectivist MOOCs)。

cMOOCs在社交媒体的支持下使得全球的优质资源全民共享,强调基于社会网络的知识与学习者之间的联通,侧重知识的构建与创造以及社会化学习。从教学模式看,cMOOCs不局限于单一的教学模式,而是多样化的模式融合,其中以“翻转课堂”为代表的教学模式更是“社交媒体”支持下的典型应用。翻转课堂将知识学习过程的知识传授与知识内化两个阶段颠倒过来^[19],以教师为中心的浅层学习(侧重知识的保留与获取),转变为以学生为中心的主动学习(强调应用多元思维对信息进行选择与评价,对知识进行创造与管理)。从资源共享角度看,cMOOCs不是一种简单的单学科在线学习,而是一种网络优质资源分享模式,多学科的参与与介入为cMOOCs的发展提供巨大的空间。从教师专业发展看,cMOOCs的发展也带来了教师职能的转变,教师自身的教学能力、信息素养等面临着巨大的提升空间^[20]。

虽然当前全球MOOC课程完成率低,但不可否认,社交媒体提供的多类型教育主体开展跨领域、跨空间的诸如分享评论、沟通、参与协作等形式的交互,将为学习者群体智慧的发展带来明显的指数效应。

(二)知识图谱:有意义关联学习的指数效应

有意义学习强调新知识与旧知识之间建立实质性的连结。随着互联网的发展,在智慧教育环境中,知识的快速更替呈现指数级的上升,后面的新知识内容与前面的旧知识内容大相径庭完全有可能。那么,如何将这些知识的动态演变过程联系起来,知识图谱技术以其强大的语义处理能力和开放组织能力,帮助学习者在旧知识之间建立指数级的“强联系”,为互联网时代的知识化组织和智能应用奠定了基础。

知识图谱作为知识库的内容组织框架结构,将获取到的学习者数据分析反馈给已有的知识图谱,将各类资源链接到相应的知识图谱节点上,促进学习者的有意义学习,并且推荐个性化难度及节奏的课程资源,促进学习者提升学习效率和效果。我们一直致力于对在线教育中大量的配套资源、教辅书籍、讲义文

本和讲座视频等进行数字化与知识标注,探索运用指数技术和算法构建具有知识间关联描述的知识库,建立知识主题群组,形成指数级别的群体智慧,构建与研究性学习相匹配的知识图谱。通过知识、知识主题和教育资源的相关性分析,实现基于知识的教育资源分层融合;以教育资源为载体,描绘学习者在知识图谱上的学习路径,为学生也提供智能化、个性化的研究性学习服务^[21]。

针对智慧教育中的个性化教育、因材施教等理念,其核心在于理解学生当前的知识体系,而这种知识体系依赖于所获得的数据,比如交互数据、评测数据、互动数据等。为了分析学生所处的知识结构与学习路径,则需要一个针对特定领域的概念知识图谱,以便于获取、更新动态的关联知识,而不再是静态的规则和事实。由此可见,知识图谱为学生的有意义学习产生不可估量的指数级效益,指导学生的个性化发展。

(三)合作/协作学习:长板策略的指数效应

著名的木桶理论认为,一个木桶能装多少水,取决于最短的一块板。在合作/协作学习的智慧学习环境中,水桶容量隐喻为学习团队整体的综合能力,学习团队的整体能力是动态变化的,时刻在增加或者减少。按照木桶理论的原理,若将全部焦点聚焦在学生个体的“短板”,将会限制学生的批判性思维与创新思维,严重抹杀学生的个性化发展,合作/协作效益也将会大打折扣^[22]。因此,在智慧教育新范式中,短板理论早已破产,长板策略为智慧教育中的合作/协作带了不可估量的指数效应。

为高效完成合作/协作学习任务,所需的学生能力各不相同,每个学生的时间与精力有限。因此,在智慧教育环境下,根据学生不同的个体特征与创新能力,选择对学生“长板”的进一步打造还是对“短板”的弥补,制定针对性的具体策略,以此形成多样化且独具特色的多元智能合作/协作团队。然而,可以快速弥补的短板并不是决定团队整体能力的关键决定因素,而是由学生个体的“长板”高度所决定。因此,在培养学生合作/协作学习中的多维创新能力时,应该重视对长板的打造与整合,以此产生团队利益最大化的指数效应。比如创新能力在合作/协作学习过程中具有突出的天赋,花过多的时间打造长板,往往对整个团队合作/协作学习能力的提升具有突破性贡献。

将长板策略应用到智慧教育中的合作/协作学习场景中,其实质是从基于“短板理论”的弥补缺点、争取全面发展的常规教育,向基于“长板理论”的强化优点、鼓励个性发展的智慧教育的转变,这种转变将从

根本上为合作/协作学习效益带来指数级的增长。

(四)生成性学习:发现问题和培养创新思维的指数效应

生成性学习理论由美国教育心理学家 Merlin C. Wittrock 提出,强调学生主观能动性的培养以及动态生成学习环境的搭建,以便于学生根据原有的认知和呈现的信息材料与教学内容进行交互并完成意义建构^[23]。这使得生成性学习理论不仅能够为学生带来更多探索未知知识的机会,而且培养了学生的创新性思维。

在智慧教育环境中,网络为学习者个体或群体搭建了知识分享平台。在这样的社会化网络环境中,以个体为起点,与相关领域的网络个体、网络群体形成学习共同体,实现知识在个人网络及连接网络的循环发展,通过这样的连接确保在各自的领域保持不落伍,最终实现信息知识的共享与创造(生成)^[24]。如此结合个人兴趣参与到网络协作,将协助学习者探索未知的知识,以此促成智慧发展,使得学生获得的生成性知识效益最大化,群体信息聚合优于小组单个成员的结果。

生成性学习以问题为导向,多类型学习主体在不同的真实情境中探索问题、发现问题、解决问题的过程中,主动对知识进行个性化建构,对未知的事物和现象进行创新性理解与解释,将为培养学习者的创新能力产生明显的指数效应。因此,我们可以断言:解决问题是为了满足现在的需求,发现问题是为了创造未来的需求。

(五)研究性学习:在本真环境中格物致知的指数效应

《现代汉语词典》中将“格物致知”解释为“推究事物的原理,从而获得知识”。将其应用到智慧教育中,强调学生的主动参与,要求教师不把已知结论或研究结果告诉学生,而是学生在教师指导下自主发现问题、探究问题、获得结论的过程^[25],此过程不断加强学生的问题解决、创新等多元思维能力,以此达到研究性学习的指数效应。

研究性学习是一种情境学习方式,包括探究式学习、基于问题/项目的学习。通过“做中学”的学习方法积极参与到研究过程中,这将提高学习者的知识迁移技能项目的学习等,能够让学习者在做中学并迁移所学知识^[26]。研究性学习的实施存在于“现实”与“虚拟”两维度情境中,在现实环境中侧重学生在本真的(Authentic)环境通过实地调研、观察等方式,与团队成员面对面进行沟通交流解决研究中的问题,而虚拟环境中,学习者通过网络查询相关资料,充分发挥网络优势,共同完成知识构建。因此,以指数思维为向

导,开展基于“现实与虚拟”交叉环境的探究性学习,将会使学生所学知识和技能保持更长的时间。这也符合线性思维将限制学生认知成本的事实。

研究性学习强调学生以“积极情感”对所学知识的实际运用,以及在学习过程中的实践和体验,着眼于培养学生创新精神和实践能力,这将促使学生多元智能的形成,使得研究性学习的效果产生指数级效应。

(六)STEAM教育:整合策略和设计思维的指数效应

智慧教育的创新发展需要跨学科深度融合,STEAM教育为指数思维增能智慧教育提供了支点。指数思维的本质特征要求以点的形式展开扩散,并建立多样化的泛在交互,实现互联互通,从而产生指数级增长的指数效应。STEAM的跨学科、项目制、多社会群体等特性满足了多类型点的特性^[25],且各点之间的交互必须在真实情景中进行实践,无缝连接才能加强学科间的联系,借助整合策略和设计思维来提高学生的学习能力,最终达到指数效应。

整合策略是指面对相互冲突甚至对立的模式时不是简单地进行选择,而是能够进行建设性的思考,创造性地解决它们之间的冲突,不以牺牲一方为选择另一方的代价,而是以创新的形式来消除对抗,形成一个既包含已有模式的某些成分但又优于已有模式的新模式^[26]。该种策略摒弃了零和思维中社会整体利益不会增加的缺陷,在寻求创造性解决方案的过程中,这也是唯一适用的工具,虽然错误不可避免,但整合思维者会不断尝试,通过多个不同的原型和几次迭代后得到创造性方案,再运用创成式推理从解决方案—结构—因果—凸显—路返回去验证,最终达到满意的解决方案。这一系列的整合过程体现了技术整合度、师资整合度和内容整合度,集聚了大量的参与群体智慧,不是线性累加的关系,促进了全过程每一流转环节的价值倍增,从而达到指数效应。

另一方面,STEAM教育重在设计思维的培育,与整合策略有着异曲同工之妙。设计思维也具有专属的问题解决思路,移情(同理心,找准需求)——学会发现真实问题(重新定义,找准问题)——头脑风暴(创意问题解决方案)——把脑子里的想法“拿”出来试错优化(学会试错)——公开展示(收集建议)^[27]。从设计思维的问题解决思路来看,也满足点的多元性,且每一点也会继续分裂为若干个点,产生一生二、二生三、三生万物的效应,且各个点之间会不断展开交流互通,都具有自主性,也终将产生指数效应。

总而言之,以整合策略和设计思维的STEAM教

育把跨学科知识(公民科学素质教育、嵌入式课程、项目型课程、整合性学学科等)融合带到现实中,让多主体协同参与,用自己的力量创造改变,多类型参与主体的交互必将产生指数级价值,从而造就指数效应。

(七)基于核心素养的评估:能力导向价值观的指数效应

2012年,美国国家研究委员会发布的《为了生活和工作的学习:在21世纪发展可迁移的知识与技能》报告中,将深度学习定义为一个过程而非结果,其中以能力为基石的核心素养正是通过深度学习过程产生的学习成果。它强调以认知、自我、人际三方面为主的可迁移的知识与技能,既包括探究能力、批判性思维、审辨与创造思维等“认知性素养”,又包括自我管理、组织能力、人际交往等“非认知性素养”。在智慧教育教学中,巧妙利用“能力导向”这一价值取向,对教育主体核心素养进行多维、全方位的评估,将会促进核心素养的提升,从而达到指数效应。

目前,我国大部分学校都是以成绩作为衡量学生的主要评估指标,部分走在教学改革前沿的学校也更侧重于批判性思维、问题解决等认知领域能力的评估,而忽视了自我管理与人际交往能力的发展。在智慧教育域下,祝智庭教授提出了以“以测识学、以绘视学、以评辅学”为理念的智慧评估,它主要借助构量理论(Construct Theory)解读监测变量所表征的实质意义,借助数理统计解读监测数据的潜在价值,借助科学技术实现上述过程自动化、静默化,实现全程评估、深度挖掘与结果可视化^[28]。因此,在推行中国教育改革发展时,要充分利用指数技术增能的智慧评估,发挥以核心素养为导向的引领作用,着重对高阶能力进行评估与测量,以促进核心素养评估由教育理念走向教育实践的进一步发展。除此之外,智慧评估所呈现出的全程化、多元化、多维度、主体化以及结果可视化等特性,也将使得智慧教育产生的教学效益最大化。

核心素养乃是深度学习产生的结果,以聚合的能力结构代替松散的知识集合,具有解决复杂问题、生成有用知识的持久活力。基于核心素养的教育评估对于教育教学改革与创新具有导向作用,因此,具有发展指数教育的巨大潜力。

五、结 语

随着技术手段的发展,新兴技术与智慧教育的深度融合与创新是目前各界高度关注的领域。指数级增长时代悄然而来,也必将迎来指数思维缔造智慧教育的新生态。本文对智慧教育的核心内涵与特征进

行了梳理,并解析了指数思维相关的一系列概念。随后,笔者从智慧教育的顶层设计与适切性两个视角,贯穿文化智慧、数据智慧与教学智慧三大智慧,深入辨析了指数思维使能的智慧教育。在此基础上,提出了指数思维在智慧教育中的映射意义。最后,探析了指数思维

在智慧教育可为的创新,列举了多种可能具有指数效应的学习方式与学习技术,从而为指数思维引领下智慧教育的良性创新发展提供借鉴。然而,指数思维引领下必将衍生出一系列的指数技术,如何将指数技术融入智慧教育生态是我们后续要解决的首要问题。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《教育信息 2.0 行动计划》的通知[EB/OL].(2018-04-25)[2018-06-17].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.
- [2] 祝智庭,彭红超,雷云鹤. 智能教育:智慧教育的实践路径[J]. 开放教育研究,2018,24(4):13-24,42.
- [3] 中国政府网. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知(国发[2017]35号)[DB/OL].(2017-07-20)[2017-07-21].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.html.
- [4] KOROTAYEV A. The 21st century singularity and its big history implications:a re-analysis[J]. Journal of big history,2018,2(3):73-119.
- [5] 祝智庭. 以智慧教育引领教育信息化创新发展[J]. 中国教育信息化,2014(9):4-8.
- [6] 祝智庭,魏非. 教育信息化 2.0:智能教育启程,智慧教育领航[J]. 电化教育研究,2018,39(9):5-16.
- [7] 彭红超,祝智庭. 人机协同的数据智慧机制:智慧教育的数据价值炼金术[J]. 开放教育研究,2018,24(2):41-50.
- [8] 祝智庭,孙妍妍,彭红超. 解读教育大数据的文化意蕴[J]. 电化教育研究,2017,38(1):28-36.
- [9] ZHANG Q,ZHAO D. Data-based reinforcement learning for nonzero-sum games with unknown drift dynamics [J]. IEEE transactions on cybernetics,2018(99):1-12.
- [10] 吕慈仙,乐传永. 高校“三位一体”综合评价招生模式改革的分析[J]. 教育研究,2014(1):98-104.
- [11] 熊建辉,俞可. 国际大规模教育评估的影响力——以 PISA,TIMSS 和 PIRLS 为例[J]. 人民教育,2014(2):29-33.
- [12] PATRICK M,WAGNER R E. From mixed economy to entangled political economy: a paretian social-theoretic orientation[J]. Public choice,2015,164(1-2):103-116.
- [13] FLOURIS G,MARROPOULOS A,SPRIDAKIS J. Personalizing a science unit in the greek curriculum for optimal “Quality” instruction and learning through the use of gardner’s theory of multiple intelligences[J]. International journal,2016,5(3-4):41-54.
- [14] 杜运周. 设计思维视角下众创空间的研究:综述与展望[A]. 中国管理现代化研究会、复旦管理学奖励基金会. 第十三届(2018)中国管理学年会.
- [15] 祝智庭,彭红超. 智慧学习生态系统研究之兴起[J]. 中国电化教育,2017(6):1-10,23.
- [16] HWANG W Y,CHANG C B,CHEN G J. The relationship of learning traits,motivation and performance-learning response dynamics [J]. Computers & education,2004,42(3):267-287.
- [17] MOON M K,JAHRG S G,KIM T Y. A computer-assisted learning model based on the digital game exponential reward system[J]. Turkish online journal of educational technology,2011,10(1):1-14.
- [18] ALIER M,CASANY M J. The need for interdisciplinary research on exponential technologies and sustainability[C]/International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. Spain:ACM,2017:85.
- [19] 容梅,彭雪红. 翻转课堂的历史、现状及实践策略探析[J]. 中国电化教育,2015(7):108-115.
- [20] 王志军,陈丽,郑勤华. MOOCs 的发展脉络及其三种实践形式[J]. 中国电化教育,2014(7):25-33.
- [21] 张治,刘小龙,余明华,祝智庭. 研究型课程自适应学习系统:理念、策略与实践[J]. 中国电化教育,2018(4):119-130.
- [22] 方向,向佐军,盛群力. 美国教育系统变革的十项行动——面向 21 世纪的学校重塑[J]. 外国教育研究,2015,42(7):58-67.
- [23] 谢幼如,吴利红,黎慧娟,等. 智慧学习环境下小学语文阅读课生成性教学路径的探究[J]. 中国电化教育,2016(6):36-42.
- [24] 张华. 论“研究性学习”课程的本质[J]. 教育发展研究,2001(5):14-18.
- [25] 祝智庭,雒亮. 从创客运动到创客教育:培植众创文化[J]. 电化教育研究,2015,36(7):5-13.
- [26] 王雪,王志军. 多媒体课件中的信息加工整合策略的研究与设计——以初中数学课件“二次函数”为例 [J]. 电化教育研究,2015,36(4):103-107.
- [27] 林琳,沈书生. 设计思维的概念内涵与培养策略[J]. 现代远程教育研究,2016(6):18-25.
- [28] 祝智庭,彭红超. 深度学习:智慧教育的核心支柱[J]. 中国教育学报,2017(5):36-45.

(下转第 32 页)

On Embodied Learning and Its Design: From the Perspective of Embodied Cognition

ZHENG Xudong¹, WANG Meiqian², RAO Jingyang²

(1.School of Educational Information Technology, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079;

2.National Engineering Research Center for E-Learning, Central China Normal University,
Wuhan Hubei 430079)

[Abstract] From the perspective of an embodied cognition, learning is a coordinated operation of two cognitive modes: immediate action based on bodily perception and structured reflection with technical tools. It focuses on the interaction between practice and experience on the basis of the unity of body and mind, and advocates the construction of individual comprehensive knowledge through "reflection-in-action" and "practice-in-reflection". In this process, the individual's understanding of abstract concepts emerges from the body-based metaphor and simulation mechanism, and manifests the "perception-action" cycle of interaction between human and the environment. Therefore, the design of embodied learning needs to focus on promoting experiential construction through embodied interaction. It is necessary to promote the coupling cycle of physical, physiological, and psychological processes of cognition and facilitate the mutual construction of the learner's body, mind, and learning environment. And technology plays an important role in this process.

[Keywords] Embodied Cognition; Learning Design; Reflective Practice

(上接第 16 页)

Innovative Development of Smarter Education Led by Exponential Thinking

ZHU Zhiting¹, YU Jianhui², HAN Zhongmei², HUANG Changqin²

(1.School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai 200062;2.School of Information Technology in Education, South China Normal University, Guangzhou Guangdong 510631)

[Abstract] As a new development goal of education informatization 2.0, smarter education has been recognized and become a new wave of promoting innovation and informatization. With the rapid iterative update of artificial intelligence technology, as a high-end form of education informatization, all the elements of smarter education grow at exponential rate, which provides an opportunity for smarter education to leap into exponential education. Therefore, under the guidance of exponential thinking, the innovative development of smarter education has become a new demand. In view of this, this paper explores the deep integration of smarter education and exponential thinking theoretically. Firstly, it summarizes the core connotation and features of smarter education, and analyzes the innovation of exponential thinking, which needs to abandon zero-sum thinking, jumps out of linear thinking, cracks Pareto thinking, and strengthens multiple thinking. On this basis, from the perspective of top-level design and appropriateness, this paper analyzes the smarter education empowered by exponential thinking through cultural wisdom, data wisdom and teaching wisdom, and then puts forward the mapping of exponential thinking in smarter education system. Finally, some learning methods and technologies with exponential effects are listed to explore the innovations that exponential thinking can make in smart education and facilitate the iterative optimization of smart education, in order to provide an feasible design ideas and references for smarter education jumping into exponential education.

[Keywords] Exponential Thinking; Smarter Education; Human-machine Collaboration; Thinking Innovation; Exponential Effect