

# 人工智能时代的知识： 致力于培养专长和学会迁移

[美]玛雅·比亚利克 查尔斯·菲德尔

翻译：舒越 盛群力

**[摘要]** 人工智能时代的到来对就业能力产生了重要影响,它要求教育者树立新的双基观,即聚焦基础知识(包括核心概念和基本内容)和基本能力(包括技能、品格和元学习);既精通专长,又学会迁移,并在两者间保持适当的平衡。教育不仅要造就T型人才,更要培养M型人才。所谓掌握知识,重在寻求意义和促进理解,尤其是要注重概念学习,真正做到知行统一。掌握专长和学会迁移是通过理解概念,而不是学习那些很容易接触并掌握的内容实现的。这就是说,要在学习内容上将翻转课堂教学法和技术相结合,从而实现课堂时间主要用于基于活动的概念学习。核心概念是知识的动力工具,在课程中应置于重中之重的地位。在学习上,如果能做到知行统一,就能降低产生脆弱知识、配方知识和惰性知识等有缺陷知识的可能性。

**[关键词]** 专长;迁移;人工智能时代;知识;理解;知与行

**[中图分类号]** G441 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-2179(2018)02-0013-10

## 一、引言

教育原本是围绕传授宗教知识和培养基本读写及计算技能而展开的。随着社会结构的变化,教育逐渐开始承担其他实用的、社会的和情感的功能。实际上,学校被视为通往高等教育和最终经济独立的途径。教育主要被当作一种“官方验收”的象征,向未来的雇主发出通知,什么样的雇员已达到质量监控的最低社会标准。随着社会对个人需求和社会本身需求的发展,教育系统的社会观念已慢慢趋向成熟;教育既是塑造学生满足社会需求的一种方式,也是使学生有能力最好地满足个人需求的一种手段。最后,在情感上,学校也被视为是一个培养好学的地方(在当今需要持续性适应的世界里,这是一个不可或缺的特征)。

乐学的地方(在当今需要持续性适应的世界里,这是一个不可或缺的特征)。

由于学习现在已成为毕生的事业,所以考虑中小学教育(K-12)的目标,与未来生活中学习目标之间的差异,是很有必要的。未来生活中持续学习之所以必要,有三个原因:1)经济方面:现有工作机会持续变化,职业生涯所需的专长需要不断完善;2)合格公民方面:随着信息爆炸愈演愈烈,以及真相愈来愈难以掩盖,需要时刻保持对投票问题的关注;3)个人方面:不断培养新的兴趣爱好,时时发展和挑战自我。

相比之下,中小学学习侧重于为今后的学习奠定基础,主要是两种素养:

**[收稿日期]** 2018-03-03

**[修回日期]** 2018-03-12

**[DOI 编码]** 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2018.02.002

**[基金项目]** 浙江大学2018年度中央高校本科教育教学改革专项经费项目“智能时代大学教学设计理念和方法研究”。

**[作者简介]** 玛雅·比亚利克(Maya Bialik),美国课程再设计中心研究人员和管理人员,哈佛大学心理、脑科学与教育硕士,擅长于交叉学科研究,撰写了多篇研究报告,合作出版《四个维度教育》;查尔斯·菲德尔(Charles Fadel),美国课程再设计中心创始人和主席,全球教育思想引领者和发明者,未来学家,著有《四个维度教育》和《21世纪能力》等。

**[译者简介]** 舒越,博士,浙江大学教育学院课程与教学论;盛群力,教授,浙江大学教育学院课程与教学论(91sheng57@126.com)。

**文献来源:** Maya Bialik & Charles Fadel. Knowledge for the Age of Artificial Intelligence: What Should Students Learn? January 2018. Center for Curriculum Redesign. Boston, Massachusetts. www.curriculumredesign.org. 经作者授权,本文翻译时有删节。

1. 基础知识 (Foundational knowledge): 打好牢固的知识基础,并在此基础上深入学习,或把学到的知识在真实世界中应用,包括: 1) 核心概念(Core Concepts): 学生必须理解的最重要概念,以建立联系和创造意义,最终形成迁移<sup>①</sup>; 2) 基本内容(Essential Content): 为了掌握概念并在生活中做出明智的选择,学生必须知道的最重要学科知识(而不是在需要时才去查阅)。

2. 基本能力 (Foundational Competencies): 有效激活相关知识的动机和能力,以及必要时继续学习的动机和能力,包括: 1) 技能: 如何运用所学知识,即创造力、批判性思维、沟通、协作; 2) 品格: 如何表现及广泛参与,即睿智、好奇心、勇气、修复力、道德、领导力; 3) 元学习: 如何反思并调节,即元认知、成长心态。

本文将聚焦基础知识,基本能力的探讨已经在其他报告中得到阐释(Bialik & Fadel, 2015)。

## 二、就业能力

自古以来,学校一直肩负着帮助学生构建基础知识的重任,保证学生在日后打磨其专业技能时可以有所依赖。对于教育是否有相关性或有意义,或者知识是否有实用价值,学校所学的知识怎样才具备可迁移性,这是问题的关键。然而,这一问题在当今显得尤为紧迫,特别是当前我们面临着气候变化、社会动荡、技术突破,以及不断变化的就业格局等众多问题,尽管这些不是唯一需要考虑的因素(考虑到上述个人和公民的功能)。随着算法的日益普及,知识技能可迁移性问题中最令人担忧的因素与职业格局的变化紧密相关。

为向学生揭示他们需要了解与其职业相关的内容,课程设计的难点在于: 自动化和离岸外包引起了职业形势的快速变化; 我们为学生应对当今世界而做出的准备,在他们毕业时已经过时。然而,自动化对不同类型工作的影响是不一样的。迄今为止,自动化工作是那些常规任务(见图1, Autor & Price, 2013)。

常规任务(routine tasks)很容易自动化,因为计算机程序可以学习执行一系列程序并遵循规则(运算法则)完成任务,这在图1中工作类型变化的比例上体现明显: 两类比例增长的工作是非常规人际关系类工作(如顾问)和非常规分析类工作(如工程

师)。和知识性常规工作(如归档文书工作)一样,常规体力劳动类工作(如工厂岗位)已经减少。非常规体力工作(如管道工作)确实减少了,但似乎处于平稳水平,因为依然有一定量的基本需求。

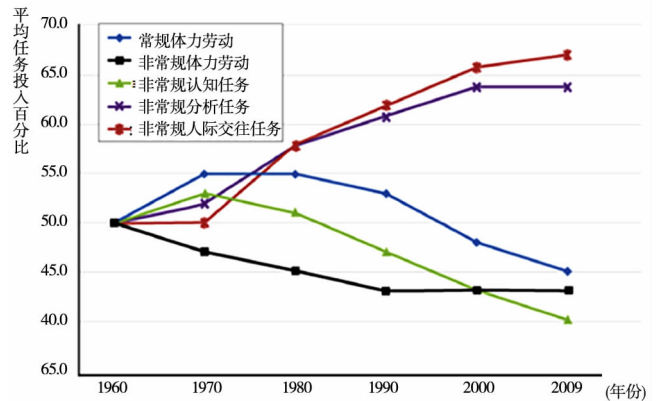


图1 随时间推移工作所需任务类型的变化

(来源: Autor & Price, 2013)

有些组织,如牛津大学(Frey and Osborne, 2013)、经济合作与发展组织(Arntz et al., 2016)、普华永道(Berriman and Hawksworth, 2017)和麦肯锡(Global, 2017)试图量化自动化对职业的影响,以及对日益递增的“职业消亡”的关注,其数字变动范围在9%(OECD)到50%(牛津大学)之间。随着大量文章尝试描述世界末日到欢乐的乌托邦的场景,以及尝试描写两者间的各种细微差异,这一主题最近得到了公众的广泛关注(如 Chui, 2017; Surowiecki, 2017; Hensel, 2017; Shewan, 2017; Jones, 2017; Swarte, 2017)。

人工智能的进展对很大一部分人,特别是高技术人才是极具震慑力的(Anthes, 2017)<sup>②</sup>。审视它发展趋势的方法之一,就是运用布卢姆教学目标分



图2a 认知技能领域自动化的发展(来源:CCR)

情感领域的自动化现状

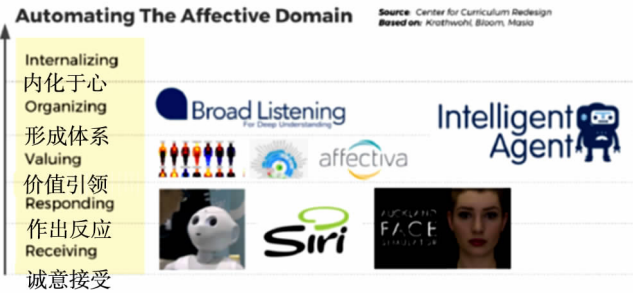


图 2b 情感技能领域自动化的发展(来源:CCR)

动作领域的自动化现状



图 2c 动作技能领域自动化的发展(来源:CCR)

类系统理论对认知(Krathwohl, 2002)、情感(Krathwohl et al, 1964)和动作技能领域(Simpson, 1971)进行分析,这是为了理解日益复杂的思维、情绪和动作,并对其进行分类的需要。图 2 显示,现有运算法则已经覆盖了人类能力的重要部分,而这仅仅是影响的开始。

人工任务和计算机任务之间的界限有多清晰?一旦任务被自动化,是否还为人类留有余地?国际象棋是我们设想的,它或以人类凭借直觉进行整体性游戏,或以自动化、运用强大的运算能力进行算法性游戏。1997 年,深蓝计算机在国际象棋较量中击败了世界冠军加里·卡斯帕罗夫,预示着国际象棋进入电脑赶超人脑的行列。同样,游戏 Go 最近被攻克了,甚至利用运算法则设计出人类玩家还没使用过的创新策略。<sup>③</sup>

然而,尽管计算机确实可以在国际象棋的较量

中击败人类,但两者的结合似乎比任何一个独自运作更为强大。自由比赛的结果表明,业余国际象棋选手使用电脑可以打败电脑、大师级选手,甚至战胜性能较差电脑的大师级选手(Brynjolfsson & McAfee, 2014)。表面上看,这又是个很好的例子,说明电脑入侵了过去被认为是人类独有的领域,但事实证明,人类可以把运算法则作为工具加以使用,让人类将擅长的事情做得更好。

表一 计算机、人工和人机结合小组的比较

实体	优点	不足
电脑	在寻找解决方案的庞大检索空间里快速生成和测试。快速处理大数据。	开放世界中的解决方案生成器是不完整的。数据难以对开放世界作出充分表征。
人类团队	有开放世界的生活经验。多领域的跨学科团队的多元化经验。	存在协调成本。
人机团队(最高性能)	互补型认知弥补彼此的失败模式,从而提高性能。	我们需要更好的理论和实践来组织人机团队。

来源:改编自 PARC(Kefik, 2017)

类似的过程在许多职业转换中屡见不鲜。计算机没有取代数学家,而是提高了他们的能力;文字处理器没有取代作家,而是赋予他们更强的力量。尽管现在人工智能带来了诸多变化,可能比上述这些转变具有更大的变革性。如果我们训练下一代利用人工智能,那就意味着其作为工具可以发挥更大的作用。

那么机器最适合的工作的场所在哪?人类在何处可以发挥持续的作用,从而掌控机器的力量?我们总结如下:

机器优于人工的领域:重复性/可预测性任务;依赖计算能力的任务;将大量数据分类和输入;根据规则作出决定。人工优于机器的领域:体验真实的情感和建立联系;跨范围和来源形成问题和作出解释;决定如何跨越各个维度,有策略地使用有限资源(包括机器应执行哪些任务以及提供何种数据)<sup>④</sup>;使产品和结果适用于人类,并就此开展沟通;根据抽象价值作出决定。

如果所有任务都符合完美的运算法则并可以细分,那么机器人就可以处理一切。但多数情况下,人类需要明确问题、选择数据、决定如何将这些加以组合,和他人沟通其价值,根据价值作出判断等。尽管这些工作的许多部分都可以自动化,但如果人类做



好了适当的准备,会始终扮演重要的角色。

### 三、对教育的启示及学生需要知道什么

鉴于人工智能的指数式增长,及其对职业和任务的破坏性和对其他的社会和个人不带来的稳定因素,人类在教育上应采取什么明智的对策?当然,教育不能解决一切问题——那些政治和立法上讨论是不可缺少的。

逻辑表明,在当今这个充满不可预知变化的年代,适应性(adaptability)和足智多谋(resourcefulness)至关重要。这反过来又为更多样化的教育创造了条件。在这样的环境下,人们需要获得多领域的广泛培训,从而具备发展和适应其他领域所需的技能和品格。从某种意义上说,这就是教育一直试图实现的目标——为了应对未来挑战打下坚实的基础——鉴于不确定性的日益增加,我们必须比以往任何时候都要更有效地开展这项工作。

IBM的吉姆·史伯尔(Jim Spohrer)提出了“T型人才”(T-shaped person)<sup>⑤</sup>这一术语,用以表示某人的认知水平,他们的知识储备兼有广度与深度,而不仅仅是二者之一。为了预测劳动力等变化,课程再设计中心(CCR)提出M型人才(M-shaped person)扩展该模型(见图3),表明该类人才在其一生中,在多个不同“深度”上有所建树。

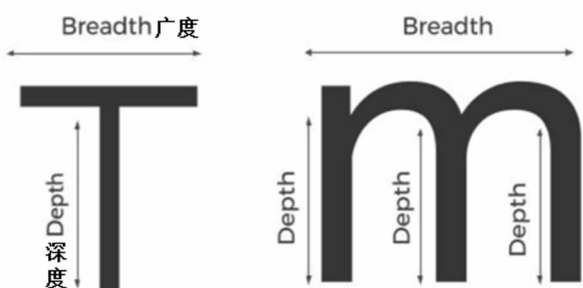


图3 T型人才和M型人才对比(广度、深度)  
来源:CCR根据史伯尔改编

教育始终强调迁移(在课堂外运用学到的知识的过程)和专长(对某些知识领域形成充分发展的认识,包括特定的感知和解读信息的方式),但现在比以往任何时候都更需要有意识、系统、全面及显而易见的方式强调教育的这些核心<sup>⑥⑦</sup>。如图4所示,日益增多的技术程序为课程重心的翻转提供了机会,使学生可以花更多时间专注于迁移和专长,且该

过程是通过概念,而不是学习那些可以很容易接触并掌握的内容实现的。这类似于针对学习内容将翻转课堂教学法和技术相结合,实现课堂时间用于基于活动的概念学习<sup>⑧</sup>。检索和人工智能算法包括基本知识方面(基本事实和过程),现在正在深入的专长。算法在提供意义的能力上正在向教育目标分类的上端扩展,这被看作是有利无弊,不具威胁性的。与其花费过多课堂时间积累信息,现在可以用更多时间实现教育的更深层次目标,即专长和迁移,帮助学生做好应对实际工作中预期任务的准备。

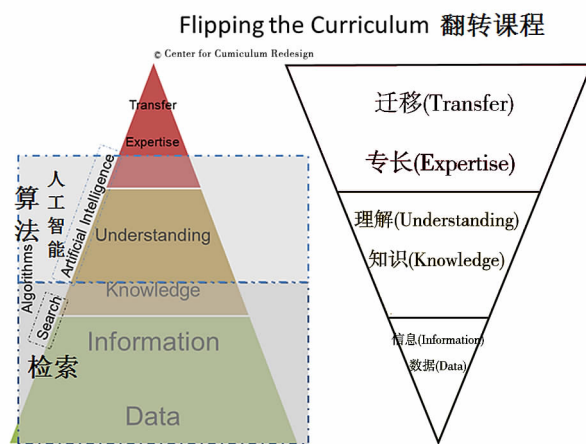


图4 翻转课程用以应对检索和人工智能的侵入(来源:CCR)

实现这些目标的主要方式是围绕核心概念重构知识,但内容必须也要实现现代化。实现内容现代化的方法之一,是剔除课程中过时的部分。比如,用最合适的Jenga积木来说<sup>⑨</sup>,玩家移除非承重积木不会损坏整体,保留基本结构(当然,也会出现过度移除;目标是保留最基本的结构)。此外,当代有价值的话题应当纳入经典内容,以提高其相关性。最后,针对内容的教学方式应是现代化的,充分利用新的教育理念和专业工具。

基础教育(K-12)的终极目标是专长与迁移的有机结合(Simonton,2000)。它们之间的关系必须经过严密的审视,正如内容可以压倒概念一样,专长也可能成为教育的核心,代价是不利于迁移。用数学例子说明就是:一步步练习求解正反三角函数方程,有助于训练那些在非数字化情境中工作的土地测量师,或者有助于人们学习工程知识,正如记忆柠檬酸循环(Krebs cycle)有助于人们从事生物学工作一样。但对于大多数现代学生来说,这两个例子最

后往往都不符合需求,事实上以上任务用计算机就可以轻松完成,不管是采用检索还是运算。

这种聚焦专长并最终促进迁移的方法,并不是实现将迁移和专长相结合的唯一途径,反而有明显的弊端。换句话说,如果一个人过早地停止学科知识的发展(正如 K-12 教育常鼓励的那样,许多人就是如此),那么迁移的可能性将低得令人难以置信,详细的理解仍将局限于所学的领域,没有实际用途。然而,如果可能在教学中实现迁移(广度)和专长(深度)的交替,即便学生很早就终止学业,他们仍将获取重要的以及可迁移的理解(见图 5)。<sup>⑩</sup>

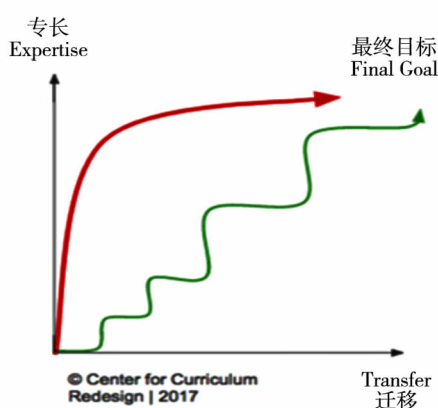


图 5 实现 K-12 教育目标的两种方式

注:传统方式假设迁移带来专长(弧线),另一种方式建议迁移和专长交替展开(曲线)(来源:CCR)。

例如,通过获得科学领域的博士学位,学习相关的背景知识,阅读大量一手研究文献,设计和完成研究性学习,或许能够有助于了解科学地看待世界的方法。但是,对科学可检验性和不确定性的能力加以内化的步骤难道不是宜早不宜迟吗?难道不应该在教授科学知识的相关例子时传递这些理念吗?各个领域的大多数从业者都声称,没有任何知识比掌握以特定思考方式的能力更重要。另外,这种“以特定方式思考”的能力依然是计算机无法企及的。教育需要通过重建来反映这一点。

#### 四、意义的重要性

是什么使知识基础打得扎实?又是什么让其变得薄弱?关键在于创造意义。

有用的理解强调意义性:观念根据其关系和适用性彼此相联系。从某种意义上说,意义和理解是

同义词。专家深入研究其关注领域,并倾其一生致力于研究某种特定创造意义的方式,并不断深化理解,以便能够凭直觉应对该领域的全新挑战。当然,人一旦多角度地深入学习某一特定概念,也就自然而然地形成了这样的直觉。

但是,这样的直觉能够在那些不再专攻某一学科的人身上得到发展吗?学生能否通过接受教育,清楚识别所学知识的可适用场景?在不发展所有学科的全部技术专长的情况下,能否从相关角度着手应对未知问题?<sup>⑪</sup>我们相信,只要知识是以便于创造意义的方式呈现的,学生是可以做到这一点的。

##### (一) 直觉

假设你是某城市的本地人,那些道路是你都走过的,你对它的了解已经到了根本不用专门思考的地步。无论你在哪,都会了解整个区域及其与其他区域的关系,你就算得上是这所城市布局的专家。

现在,假设你尝试指导一位初来乍到的陌生人如何在这个城市游玩。你可以向他们提供地图,从顶部开始,让他们一块一块或逐片逐片地记下来。毕竟,一旦你这样要求,他们可能会对这个城市有深刻、详细的了解,但也可以采用另一种方法,只是简单地向他们介绍当地大型组织机构和有用的城市地标建筑。例如,你可以告诉他们某条河流将城镇分为南北两半,或是某条社区街道有哪些分支,或某辆公交车环绕着城市外围行驶。随着陌生人对城市了解的深入,第二种方法为他们提供了更有意义、更有拓展性的认知基础,帮助他们决定是否计划搬迁到该城市或仅仅作为一名访客。这样做的好处是提供了城市的基本轮廓,更为重要的,因为它帮助陌生人发展了一种直觉,从城市的布局和地标建筑着手,以挖掘创造意义的方式。如果他们发现自己身处陌生的社区,可以通过查找河流为自身定位,并将经历加入对该城市的深化认识。

那确实是一次对“基础”的考验:在新学习材料的重压之下,基础会是纹丝不动还是面临崩溃?如果所有的新知识都以一种与现有知识建立有意义联系的方式添加进来,那么其应当添加的位置也就一目了然;如果只想将所有的新知识收集在一起,指望以后能自然而然理解,那么这种收集并没有实际增量,还是一堆供记忆的片断碎片而已,很容易不见踪影或者含混不清。

似乎有些话题具备相当高的技术含量,以至于大多数新知识被添加进来时,都难以维持原来的意义,也难以在没有全面发展专长的情况下形成直觉;毕竟,专家是在当前体系中建立其理解和认识的,因此可能经常默认自己的历程也应该是任何人学习该学科的历程。

然而,由专家决定如何向学生介绍该学科是件糟糕的事,因为他们常常屈服于“知识的诅咒”(curse of knowledge; Wieman, 2007),无法认清新手是如何感知材料的,因而难以决定如何更好地呈现材料。对材料有浓厚热情的人或者能轻而易举地达到目标的人,可能很难想象一个只想掌握基础知识,或者一个苦苦挣扎的学习者会遇到什么样的困难。

## (二)相关性:让知识有上升通道

研究表明,信息是通过感知过滤获得的,而感知又基于自身理解的框架和目标。这不仅适用于最低层次的知觉(Gauthier et al., 2000),也适用于更高层次的认知(Mack & Rock, 1998)。学生的大脑如果不能提取有用的信息,则很有可能难以用有意义的方式整合(理解)信息。知识具有相关性,它并非一定要以具体的方式实现其实用性;它可以在解决抽象问题,或者理解容易混淆的观点时体现其有用性。

此外,相关性与学生动机有直接联系。“信息缺口理论”(information gap theory; Loewenstein, 1994)这样来解释好奇心:当人们意识到自己的理解存差距时,会产生强烈的动机。但是,这个差距必须处于可控的范围。如果过大或过小,学生就会不感兴趣或退而避之(McClelland et al., 1953)。另外,人们喜欢寻找与他们享受思考过程的主题相关的信息,而避开那些与他们不喜欢主题相关的信息。最后,“鸵鸟效应”<sup>⑩</sup>现象特别有趣,因为它表明相关性是极为主观的,考虑到情绪效应可能会影响人接近潜在相关但不合心意信息的方式(Golman & Loewenstein, 2013)。

大卫·珀金斯(David Perkins, 2014)说:“知识就像一辆自行车。也就是说,知识是为了到达某一地方而存在的。如果我们了解关于法国大革命或者民主的本质,或贝叶斯概率,或机会成本,我们希望带着这些信息前往某地。也许我们想在头条新闻中理解问题或者思考就诊寻医问题,或以最有效的方式开展项目,任何以上这些以及其他成千上万的任

务,我们都想带着自己的所知去往某地”。即使是出于享乐,悠闲地骑辆自行车游玩,也需要自行车运转正常。换句话说,知识不应是假大空的,相反,它应该是对某些事物有用。获取这种知识绝不是为了与计算机竞争,而是对于补充计算机性能至关重要,因为计算机不能自发地识别连接并将知识转移到新的环境;人类必须通过定义问题思考自己究竟想做什么,然后对需要计算能力的问题,选择让计算机完成。

功能性知识的观念常与注重主动学习(active learning)<sup>⑪</sup>的教学紧密相联,正如约翰·杜威(John Dewey)说的:“只有在教育中,知识才意味着一种信息的储存而无实践,而在农民、商人、医生或者实验室实验员的生活中,这是绝不可能的”(Dewey, 1916)。本杰明·布鲁姆(Benjamin Bloom)在其开创性工作(Bloom et al., 1956)强调,更高层次的复杂性认知要求学习者更多地调动知识,从记忆、理解、应用、分析、评价到创造(Anderson & Krathwohl, 2001)。因此,许多人致力于通过教学方法传授有用的知识,而这种教学方法注重学生主动建构和运用知识。这些方法将重点从信息传递转移到学生学习,从“知”到“行”。毕竟,在应用环境中学习知识能确保学生在概念组织中使用知识至少是有意义的。但是,我们会发现,这仅仅是全局的一部分。

## (三)发展概念工具箱

任何特定的知识在理论上都可适用于各种情境,但最终取决于学生知道如何以及何时加以运用,达到这样的理解才是教育目标的关键。例如,如果学生从不审视自身是否被知识所击垮,那即便清楚知道“确认偏误”的定义又有何用?这正好符合我们常把“学习”描述为发展“工具箱”(toolbox)的表达,这意味着每个学生在运用一套工具打磨自身对知识的熟练掌握程度,也就是合理运用已经学会的概念(concepts)。

然而,有些概念比其他概念强大。例如,数学中的“蛮算”和“巧算”概念,明确解决问题可能途径的重要思想;意识到正在使用的策略类型(将该概念作为工具)可以帮助所有学生,无论他们是否致力于STEM<sup>⑫</sup>领域。为此,这可以被认为观念“能量工具”(power tool)的典型案例。虽然它是在特定背景下学到的,但对所有学生都有或多或少的效用。

相较于那些为未来学习提供较少支撑的概念,

或者更糟的,将碎片知识与学习情境不恰当地组合在一起,使得在新的环境中很难作为工具使用的那些概念来说,核心概念(Core Concepts)才是知识的动力工具,是课程的重中之重。

## 五、迁移:在新环境中运用已学知识

另一个应对这个挑战的方法是迁移(超越学习情境运用概念的过程)。大量研究(Barnett & Ceci, 2002)纠结于迁移究竟有没有发生,但最近的研究表明,把握迁移概念更有效的方式是:迁移总是存在的,只是没有像教师期待的那样。

从本质上说,迁移可以简单地理解为:激活一组心理资源,用以理解新信息(Bransford & Schwartz, 1999)。这是一个自然的学习过程,即人运用已知理解未知(Billett, 2013; Wiser et al., 2009)。如果学生错误地使用这些工具或者在该用时不用这些工具,都意味着他们创造的意义在某种程度上不完整或不精确。这些学生并非是“迁移失败”,只是迁移方式或应用情境不适用。计算机也会出现这样的情况,即掌握自己没有受过训的技能,或者从东碰西撞中学会什么。

如何实现迁移?当面对新的问题、情境或信息时,大脑首先做的事情是试图在已知的模式中寻找可匹配的模式。他们可能会运用概念找到一个抽象的模式,如解应用题、除法运算或写诗,并针对不同类别激活适当的工具,这就是所谓的高通路迁移(high road transfer)。相反,低通路迁移(low road transfer)则是大脑在新信息的表面特征与先前经验的表面特征之间捕捉到匹配模式。<sup>⑤</sup>

例如,假设学生要解决以下应用题:“4个小孩有16块木块,老师要求将木块平分。每个孩子分几块?”为了解决这一问题,学生可以使用高通路迁移,发现要平分木块,必须使用除法。或者,如果学生使用低通路迁移,他们可能会注意到该问题的结构或用词,类似于他们过去解决过的问题,从而知道遵循相同的程序解决。假设学生过去面对过类似的问题,这两类迁移方式都能成功地解决问题并得到正确答案(4块)。然而,高通路迁移允许学生根据更深层含义组织经验,从而最终有助于将课上学到的知识迁移为解决课后的问题。

就迁移的潜力而言,如上文所述,核心概念具有

极高的投资回报,它们适用于多种多样的情境,无需针对不同情况分别学习。如果课程的目标是让学生构建可迁移的知识,那么这些工具对于课程建设来说是极其重要的。

### (一)意义的领域

菲利普·菲尼克斯(Phenix, 1964)出版的《意义的领域》一书提出,课程设计应优先考虑为学生提供创建意义的机会,并且学科应当根据其创建意义的方式进行分类:典型方式、习得观念和结构特征。例如,数学和语言学都使用符号系统和约定规则创建意义,这种创建意义的方法被证明是成功的,让学生理解用特定的方式创建意义是有价值的。新兴学科可以被分到相同的类别(例如,计算机科学属于符号领域)。

这是最抽象层面的意义,因为它是完整的意义理解方法。科学家已经内化了创建意义的经验主义方法,并可能找到证据,甚至在个人生活中考虑不同的解释。正是沿着这条路线,跨学科工作往往是最困难的;当价值观和探究方式不一致时,很难从他们眼中找到起点或看到彼此所处的位置。如果K-12教育是为了奠定基础,那么这个基础应当包括针对不同的创建意义方式形成直觉。意义的领域包括:

- 1) 符号领域:具有社会公认的形成和转化规则的符号结构体系(如数学、语言学、计算机科学等);
- 2) 经验领域:根据确定的证据和验证规则,采用特定的分析抽象体系产生的经验真理(如物理学、生物学等);
- 3) 审美领域:人类内在生活的模式(如视觉艺术、音乐艺术、运动艺术和文学);
- 4) 个人领域<sup>⑥</sup>:经验学到的,关于自我和他人的知识(如心理学、哲学、文学、宗教学);
- 5) 伦理领域:以自由、负责、深思熟虑的决定为基础的个人行为(哲学、心理学);
- 6) 综合领域<sup>⑦</sup>:综合多角度为一体的整体(如哲学、历史、宗教等)。

有些学科适用于多领域,因为其内部有不同的传统。例如,心理学可以为创建个人意义、伦理意义或通过实验和分析产生严谨的经验性实践方式。即使是明确适用于某一领域的学科,也可能被认为对其他领域至关重要;例如,数学家可能会把数学不仅归于符号领域,也可能属于综合领域甚至审美领域



(Lockhart,2009)。相较于严格的界定,这些类别其实是为创造知识提供了更高层次的讨论方式。这种抽象的思考方式,根据共同体的抽象价值形成问题或作出决定,是计算机无法通过训练掌握的。

(二)有缺陷的知识

没有意义的学习结果,或者说有缺陷的知识(problematic knowledge),依照不同情况可以归纳为:脆弱型知识、死记硬背型或配方型知识、惰性知识以及错误观念。这些有缺陷的知识源于学习过程中不同的丧失意义的方式。

脆弱型知识(fragile knowledge)是最常见的。这种知识完全建立在“行”的基础上,其基础不牢,一有变动便瞬间崩塌或丧失功能(见图6)。死记硬背知识(rota knowledge)或配方知识(recipe knowledge),过度依赖于“行”,没有与概念理解建立紧密联系,导致学生似乎具备完成活动所需的知识,但因为不具备深层次理解,无法实现高通路迁移。惰性知识(inert knowledge)则相反,学生被问及时似乎“知道”,但在必要时却无法加以应用。实现迁移,要达到高度的“知”和“行”。如果学生不能在理论上掌握概念,又不能实际执行解决方案,这就属于“无知”(图6左下角)。为了让学生能举一反三,他们既要有很强的理解能力,又要具备运用理解的能力。



图6 “知”“行”不一产生有缺陷的知识(来源:CCR)

许多流行的教育学观点都与建构主义(constructivism)<sup>⑧</sup>的基本范式,以及为学生创造积极的学习体验的基本目标一致。自上而下的传统学习(意义明确告诉学生,但未必有效地与学生的观念和经历相结合)与自下而上的渐进式教学法(progressive pedagogy)(意义由学生构建,但复杂性程度受限)之间的制衡,这是课程实施的重要组成部分;如果某门特定课程过于集中在自上而下一侧,将导致学生学

到的是惰性知识,而如果过分关注自下而上一侧,就出现了配方型知识。由于不同的原因,这两类知识都不能正确地迁移到新情境中,这里的关键是要对自下而上的方法和自上而下的方法的需求进行制衡,为孩子提供这样一种学习体验,能够创造有意义和有用的理解。

误解(misconceptions),简单而言,就是意义没有得到适当建构的理解<sup>⑨</sup>。学生经常需要学习一些违背直觉的观点,但是他们原本创建意义的方式很牢固,并无意识地依赖于这些方式,不愿重新建立在学校新学到的复杂方式。下面例子探讨了学生为何放弃关于“力”的根深蒂固的看法(Disessa,1993):

……想想上升的球,学生可能会激活原来的直觉,这就是必须用力才能保证球不掉下来(“你不用力,球就不动了”)。原来的直觉使学生认为必须要有一个继续向上的“作用力”才能保证球体向上移动。当被问及是什么力时,学生不知不觉地把“作用”映射到“力”上。这就引发了一种与运动离不开力的解释,这就是对力的误解。然而,考虑到轨迹的静止峰值,学生对平衡的直觉也随之开启;向上的东西似乎在平衡着向下的东西,当再度被问及力时,学生将这个“东西”指向了“力”,表示这是力的平衡。

最后,学生如何解释指定问题或情境将取决于他们如何牢固地建构各种各样的理解,以及情境如何触发这些理解被用作解决问题的工具。

[注释]

- ① 迁移:超越学习情境运用知识的过程。
- ② 据估计,历史上技术的指数加速主要与三个因素相关:66%由于硬件速度,20%由于实体数据组,10%由于算法本身。现在看来,学习的基本算法正在成为进步的主要动力。
- ③ <https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo>。
- ④ 此外,人类存在偏见,其算法和数据组可能会对此有所反映,因此对信息建构和组合方式引起的非预期结果作出解释,这很重要。
- ⑤ <https://www.slideshare.net/spohrer/t-shaped-people-20130628-v5>。
- ⑥ 专长一直被认为是应该着重强调的,但是在理想化的平衡中,专长和迁移都应得到重视。
- ⑦ CCR的关键准则之一是:是的,在这里和那里,现在和以后,在某种程度上,产生这样的努力。CCR的目标是使它们更加“有意识、系统化、全面和显而易见”。
- ⑧ [https://en.wikipedia.org/wiki/Flipped\\_classroom](https://en.wikipedia.org/wiki/Flipped_classroom)。
- ⑨ <https://en.wikipedia.org/wiki/Jenga>。
- ⑩ 不同学科的曲线可能略有不同。
- ⑪ 这当然是不可能的。



⑫ [https://en.wikipedia.org/wiki/Ostrich\\_effect](https://en.wikipedia.org/wiki/Ostrich_effect).

⑬ 包括自主学习(Self-Directed Learning)、体验学习(Experiential Learning)、探究学习(Inquiry Learning)、做中学(Learning-by-Doing)、探险学习(Expeditionary Learning)、实践学习(Hands-on Learning)、项目学习(Project Based Learning)、基于问题的学习(Problem Based Learning)、发现学习(Discovery Learning)等。

⑭ “科学、技术、工程、数学”常缩写为“STEM”。

⑮ 有时这种情况会发生得很顺利,但是通常情况下,某种特定情境会和几种模式相匹配,这也解释了学生对具体概念理解不稳定性会让教师感到困惑。

⑯ 在意义领域,这被称为“synoetic”。

⑰ 在意义领域,这被称为“synoptic”。

⑱ 由皮亚杰(Jean Piaget)提出的教育学范式(pedagogical paradigm),倡导学生主动构建理解,而不能简单地把意义“给予”学生。

⑲ 这些通常被称为“替代概念”,以保持他们依然有意义的想法,只是不太符合标准。

### [参考文献]

[1] Anderson, L. W. , & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives[M]. Complete ed. ,xxix,352. Pearson

[2] Anthes, G. (2017). Artificial Intelligence Poised to Ride a New Wave[J/OL]. Communications of the ACM, 60(7): 19-21. <https://cacm.acm.org/magazines/2017/7/218862-artificial-intelligence-poised-to-ride-a-ne>.

[3] Arntz, M. , Gregory, T. & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis [R], OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris.

[4] Barnett, S. M. , & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer[J]. Psychological Bulletin, 128(4): 612 - 637.

[5] Berriman, Richard, and Hawksworth, John (2017). Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies [OL]. UK Economic Outlook. <https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukeo/pwckeo-section-4-automation-march-2017-v2.pdf>.

[6] Bialik, M. , Fadel, C. (2015). Skills for the 21st Century: What should students learn? [OL] Center for Curriculum Redesign. [http://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-Skills\\_FINAL\\_June2015.pdf](http://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-Skills_FINAL_June2015.pdf) > .

[7] Bialik, M. , Fadel, C. (2015). Character education for the 21st Century: What should students learn? [OL] Center for Curriculum Redesign. [http://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-CharacterEducation\\_FINAL\\_27Feb2015-1.pdf](http://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-CharacterEducation_FINAL_27Feb2015-1.pdf).

[8] Bialik, M. , Bogan, M. , Fadel, C. , & Horvathova, M. (2015) Skills for the 21st Century: What should students learn? [OL] Center for Curriculum Redesign. <http://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-Meta-Learning-FINAL-Nov.-17-2015.pdf>.

[9] Billett, S. (2013). Recasting transfer as a socio-personal process of adaptable learning [J]. Educational Research Review, 8: 5-13.

[10] Bloom, B. S. , Engelhart, M. D. , Hill, H. H. , Furst, E. J. , & Krathwohl, D. R. (1956). Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain [M]. David McKay Company. Inc, New York.

[11] Bransford, J. D. , & Schwartz, D. L. (1999). Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications [J]. Review of Research in Education, 24, 61-100.

[12] Brynjolfsson, E. , & McAfee, A. (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies [M]. WW Norton & Company.

[13] Chen, X. (2013). STEM attrition: College students’ paths into and out of STEM fields [R]. Statistical Analysis Report. NCES 2014-001. " National Center for Education Statistics.

[14] Chui, Michael, Manyika, James, and Miremadi, Mehdi (2015) Four Fundamentals of Workplace Automation McKinsey Quarterly. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation>

[15] Autor D. ,H. , & Price, B. (2013). The changing task composition of the US labor market: An update of autor, Levy, and Murmane (2003) [OL]. MIT Mimeograph. <https://economics.mit.edu/files/11600>.

[16] Dewey, J. (1916). Democracy and education [M]. Macmillan.

[17] Frey and Osborne (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerization [M]. University of Oxford.

[18] Gauthier, I. , Skudlarski, P. , Gore, J. C. , & Anderson, A. W. (2000) Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition [J]. Nature Neuroscience 3(2): 191-97.

[19] Golman, R. , & Loewenstein, G. (2013). Curiosity, information gaps, and the utility of knowledge [OL]. 1-50. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.599.9744&rep=rep1&type=pdf>.

[20] Hammer, D. , Elby, A, Scherr, R. , & Redish, E. F. (2005). Resources, framing, and transfer [A]. In J. P. Mestre (Ed) Transfer of Learning from a Modern Multidisciplinary Perspective [M]. Greenwich, CT: Information Age Publishing: 89-119.

[21] Hensel, A. (2017) “How robots will really take our jobs” VentureBeat [OL]. <https://venturebeat.com/2017/08/16/how-robots-really-will-push-people-out-of-jobs/>.

[22] Jones, M. (2017). Yes, the robots will steal our jobs. And that’s fine [N]. The Washington Post.

[23] Kefik, Mark (2017). Half-Human, Half-Computer? Meet the Modern Centaur [OL]. PARC Blog.

[24] Krathwohl, D. R. , Bloom, B. S. , & Masia, B. B. (1964). Taxonomy of educational objectives [A]. Handbook II: Affective Domain [C]. New York: David McKay Co.

- [25] Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's Taxonomy: An overview[J]. *Theory Into Practice*, 41(4):212-218.
- [26] Lockhart, P. (2009). A mathematician's lament: How school cheats us out of our most fascinating and imaginative art form[M]. New York, NY: Bellevue Literary Review.
- [27] Loewenstein, G. (1994). The Psychology of curiosity: A review and reinterpretation[J]. *Psychological Bulletin*, 116(1):75-98.
- [28] Mack, A., & Rock, I. (1998). *Inattentional Blindness* [M]. MIT Press.
- [29] McClelland, D. C., Atkinson, J. W., Clark, P. W., & Lowell, E. L. (1953). *The Achievement Motive* [M]. New York: Appleton-Century-Corfts.
- [30] McKinsey Global(2017). *Automation and the future of work - Briefing note prepared for necker island meeting on education, March 2017*. National Center for Education Statistics <https://nces.ed.gov/fast-facts/display.asp?id=51>.
- [31] Perkins, D. (2014). *Future wise: Educating our children for a changing world* [M]. John Wiley & Sons.
- [32] Phenix, P. H. (1964). *Realms of meaning a philosophy of the curriculum for general education*[M]. New York: McGraw-Hill Book Co.
- [33] Shewan, D. (2017). Robots will destroy our jobs - and we're not ready for it [OL]. *The Guardian: Technology*. <https://www.theguardian.com/technology/2017/jan/11/robots-jobs-employees-artificial-intelligence>.
- [34] Simonton, D. K. (2000). Creative development as acquired expertise: Theoretical issues and an empirical test [J]. *Developmental Review*, 20(2):283-318.
- [35] Simpson, E. J. (1972). *The classification of educational objectives in the psychomotor domain* [M]. Washington, DC: Gryphon House.
- [36] Surowiecki, J. (2017) "Robocalypse Not" The Great Tech Panic of 2017. *Wired*. <https://www.wired.com/2017/08/robots-will-not-take-your-job/>.
- [37] Swarte, J. (2017). The seven deadly sins of AI predictions [OL]. *MIT Technology Review*. <https://www.pinterest.com.mx/pin/448600812874712415/>.
- [38] Wieman, C. (2007). "The Curse of Knowledge, or Why Intuition About Teaching Often Fails" (PDF). *APS News*. 16(10). [http://web.mit.edu/jbelcher/www/TEALref/Wieman\\_APS\\_News\\_2007.pdf](http://web.mit.edu/jbelcher/www/TEALref/Wieman_APS_News_2007.pdf).
- [39] Wisner, M., Smith, C. L., Doubler, S., & Asbell-Clarke, J. (2009). *Learning Progressions as a Tool for Curriculum*. Paper presented at the Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference, June 2009, Iowa City, IA. <http://education.msu.edu/projects/leaps/proceedings/Wisner.pdf>.

(编辑:徐辉富)

## Knowledge for the Age of Artificial Intelligence: Development of Expertise and Learning to Transfer

Maya Bialik & Charles Fadel

(Center for Curriculum Redesign, USA)

**Abstract:** *The advent of the era of artificial intelligence has redefined employability, requiring educators to focus on two foundations, namely, foundational knowledge (including core concepts and essential content) and foundational competencies (including skills, character and meta-learning). Under this outlook, students are expected to strike a balance between developing expertise and learning to transfer. They will be educated to be a T-shaped expert with aspirations to be M-shaped one. Expertise and the transfer ability are developed via concepts rather than on learning content that can now be easily accessed and manipulated. It is similar to the way that the flipped classroom pedagogy incorporates technology for learning content so that class time can be used for activity-based concept learning. Core concepts are a power tool of knowledge and should be of high priority in the curriculum. If knowing and doing are appropriately combined in learning, the possibility of causing problematic knowledge (fragile knowledge, recipe knowledge and inert knowledge, etc.) will be reduced.*

**Key words:** *expertise; transfer; the era of artificial intelligence; knowledge; understanding; knowing and doing;*