

学习科学:百年回顾与前瞻

郑旭东¹, 王美倩²

(1.华中师范大学教育信息技术学院,湖北武汉 430079;
2.华中师范大学教育信息技术协同创新中心,湖北武汉 430079)

[摘要] 文章基于历史与逻辑同一的方法论,对百余年来学习研究进行了回顾与前瞻。研究发现:在教育研究中坚定贯彻心理学的方法,既推进了对学习的科学探索,也让教育学陷入了合法性危机;20世纪谱写了学习研究的“三部曲”:“动物是如何学习的”、“机器是如何学习的”、“人是如何学习的”;20世纪80年代以来学习科学在方法论上有三大主要突破:以基于设计的研究为代表的新基本框架,以会话分析为代表的新研究方法,以复杂性科学为代表的新思维模式;目前学习科学迎来了第二次重大转折,即教育与认知神经科学的崛起,整合对大脑、心理与经验的探索,把学习研究的微观、中观和宏观“三个世界”统一起来,是其面临的最为巨大的挑战。

[关键词] 学习科学;学习研究三部曲;教育与认知神经科学;三个世界

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 郑旭东(1980—),男,山东临沂人。副教授,博士,主要从事教育技术学基础理论与国际比较研究。E-mail:xudong@mail.ccnu.edu.cn。

学习是教育学和心理学均高度关注的一个核心范畴。对学习的科学研究演变发展的考察,需要从20世纪教育学与心理学的相互激荡与融合中寻求主要线索,而对其历史与逻辑的把握则有助于理解20世纪教育学与心理学力量格局形成的内在逻辑,进而展望21世纪学习研究的未来路向。

一、从猜想到科学:心理学家转向教育研究

教育学和心理学可谓是一对孪生兄弟。它们作为独立的学科差不多同一时间从哲学中分化出来,甚至教育学还要稍早于心理学。但在获得了相对独立的学科地位之后,二者在迈向一门真正意义上的科学这一道路上却遭遇了迥然相异的历史命运。当科学教育学的奠基人赫尔巴特在晚年哀叹“我那可怜的教育学没能喊出它的声音来”时,心理学却在冯特之后迅速走上了科学化康庄大道。

当心理学家把目光转向教育学时,却发现科学道路上起步比心理学还早的教育学已远远落后于心理学,因此一部分心理学家开始转向教育研究,试图“征服教育学的新世界”。他们认为,教育学的科学

化程度之所以比心理学低,最重要的原因在于其没有像心理学那样在研究中坚定地贯彻科学方法。而在教育研究中全面推进科学方法的应用,首先要使用心理学的方法来研究教育学的问题。

在教育学的疆域内,可供研究的问题和范畴有很多,从“教育的目的”到“教育的过程”,不一而足。当心理学家转向教育研究时,会选择哪些问题作为心理学挺进教育学的突破口呢?从现实的角度来分析,显然是心理学和教育学二者均关注的重要范畴及其问题。

那么,心理学和教育学均高度关注的重要范畴有哪些呢?首要的显然是学习。学习不仅是教育的逻辑前提,而且还是其现实归宿。学习是教育学的逻辑起点,构成了教育学最为核心的范畴。教育从理论到实践面临的各种问题,在很大程度上都可以被还原为学习的问题。心理学研究的是心理,而学习是心理的一项重要机能,因此也是心理学的一个重要范畴,且自然成为心理学家转向教育首选的研究对象。正因如此,20世纪初心理学家转向教育研究不仅催生了教育心理学,更重要的是开启了对学习的科学探索。

心理学家转向教育研究,实质是使用心理学的方

法来改造教育学,其最终导致的结果是教育学的科学化被简单化地还原为单纯的心理科学化。这尽管在短时期内极大提升了教育研究的专业化与教育学的科学化水平,却也带来了严重问题。以心理学的实验室研究为核心的教育研究的专业化导致其日益远离鲜活的教育实践,“作为一个对学校教育中的各种议题真心感兴趣的领域,心理学却对教育实践有着一种令人不可思议的轻蔑。”^[1]而教育实践才真正是“教育科学之源泉”^[2]。把教育心理学等同于教育科学,甚至用教育心理学取代教育学,更是取消了教育学的合法性。

20世纪30年代末,美国国家教育研究会曾指出:“回顾过去多年来教育科学化运动的成就,教育心理学界的学者所付出的努力是令人感动的。但就此运动的结果看,并未达到预期理想。”^[3]原因在于:心理学家放弃了为教育改革与发展提供政策指南的责任;他们本身没有建立起一个具有内在一致性的理论框架,对作为教育之核心的学习进行的解释五花八门,相互冲突,使实践工作者无所适从;他们研究的不是自然情景中的学习问题,从而使研究结论与教育实践缺乏相关性。^[4]教育学和心理学之间的这种“单向道”的关系最终走进了“死胡同”,不得不改弦易辙,由此导致了学习研究新的历史转向,最终催生了学习科学的诞生。

对学习的科学探索是心理学家转向教育研究留给我们的一笔宝贵财富。诚如《人是如何学习的:大脑、心理、经验与学习》一书开篇所言:“本报告是以19世纪后期的研究为基础的,当时人们通过科学的方法系统地研究了人类心理。在那以前,心理一直是哲学和神学的研究领地。”^[5]心理学家转向教育研究,让对学习的探索开始“从猜想走向科学”。美国国家研究理事会曾提出了科学研究的几条指导原则:提出有意义并能通过实证来研究的问题;将研究与相关的理论相结合;使用能对研究问题进行直接研究的方法;进行有条理的、明确的逻辑推理;实施重复验证和研究推广;发表研究结果,鼓励专业人士的审查与评论。^[6]心理学家在向教育研究挺进的历史征程中,正是通过对这些指导原则的贯彻,才实现了把学习从“猜想”推进到“科学”这一目标。

二、20世纪学习研究的“三部曲”： 主题与隐喻

心理学家转向教育研究,开启了人类对学习的科学探索,谱写了一曲多学科交叉协同的学习研究交响乐——20世纪学习研究的“三部曲”,在不同历史时期形成了各自的研究主题、纲领与隐喻,深刻影响了

教育学的理论建构及教育的实践景观。

(一)动物是如何学习的:学习研究的“动物”隐喻

19世纪末20世纪初,行为主义心理学的诞生,极大地推动了心理学家转向教育研究的历史进程。20世纪上半叶,心理学家在动物身上获得了大量有关学习的科学知识,并把其应用于学校教育实践,谱写了20世纪学习研究三部曲的第一部——“动物是如何学习的”,确立了学习研究的“动物”隐喻。这一阶段学习研究的基本主题是“动物是如何学习的”,由此建立起来的“动物”隐喻植根于达尔文“物竞天择,适者生存”的进化论,否定把人的自由意志作为合法的研究对象,坚持“学习无须意识参与”的立场,避免涉及有机体的内部状态,“认为人与动物之间并无分界线”,进而把人还原为动物,致力于在实验室情境下以动物为范型破解人类学习的奥秘,因而又被认为是“空洞的有机体”^[7]。

行为取向的心理学家采取分析还原的方法把学习简化为行为的塑造,认为只要洞察有效刺激与有机体反应之间的联结与强化机制,就可以自由塑造与消退人的行为。在高扬人的主体性的20世纪,这种对人的自由意志的拒斥,使其面临着强烈的批评与置疑。^[8]但几代行为主义者对学习机制奋力探索的价值不可抹杀,他们高举科学大旗,谱写了学习研究发展史上光辉灿烂的一页。但真正对“人”这个复杂有机体的学习有较为全面的认识,必须揭示其内部心理运演过程。这内在地孕育了20世纪学习研究的第一次重大转向。

(二)机器是如何学习的:学习研究的“机器”隐喻

20世纪50年代,乔姆斯基率先敲响了行为主义心理学的丧钟。他一针见血地指出:把心理学定义为一门行为的科学,就像把物理学定义为一门抄表的科学一样,这样的科学注定是走不了太远的。^[9]其后,多学科领域的研究人员竞相开始了对学习的科学探索,最终形成了学习的认知观点,谱写了20世纪学习研究三部曲的第二部——“机器是如何学习的”,确立了学习研究的“机器”隐喻。这一阶段学习研究的基本特征是把人还原为机器,尤其是计算机,认为心理过程是一个计算机化的机械过程,而心理对象就是这一计算机化的机械过程操作的一些符号化的结构,把认知视为符号操作是其基本观念。^[10]

从教育的视野看,在认知取向的学习研究中,与其密切相关的主要有三条线索。一是有关记忆的研究。先是米勒在有关人类短时记忆的研究上取得了重大突破,以“神奇的数字7±2”揭示了人类短时记忆容

量的有限性,其后认知心理学家逐渐建立了一整套对人类记忆结构与过程的描述性框架,最终以学习的信息加工模型为认知取向的教育研究与实践奠定了基础。二是有关人类问题解决的探索。先是以西蒙为代表的人工智能专家通过计算机模拟对人类问题解决的探索获得了一系列可观发现,其后一批心理学家构建了相对完整的人类问题解决的理论框架,并将其转化应用于教育实践。三是有关专家与新手的比较研究。先是德格鲁特开启了专家和新手比较研究的先河,其后相关研究成果被广泛应用于教育。

(三)人是如何学习的:学习研究的“生命”隐喻

20世纪80年代后,认知主义主导下的学习研究开始遭遇两个方面的巨大挑战。第一,和认知取向的学习研究联系密切的人工智能遇到了瓶颈,大批人工智能专家开始转向对人类学习的研究,反转了过去认知心理学家以机器为原型对人类学习进行探索的局面。另一方面,早期在动物和机器身上获得的研究发现,在应用于人类学习的实践时遇到了“水土不服”的问题。^[11]越来越多的心理学家和教育工作者感到有必要把焦点集中于“人”自身。他们开始号召在学习发生的地方而不是在实验室里研究学习,研究人的学习而不是动物或机器的学习。至此,原本散落在心理学、机器学习等诸多领域内有关学习的专门研究汇聚在一起,形成了一个新的科学分支——学习科学,^[12]并在短短几十年时间里谱写了20世纪学习研究三部曲中最后、同时也是最为精彩纷呈的历史篇章——“人是如何学习的”。

学习科学把“人是如何学习的”作为研究主题,建立了学习研究的“生命”隐喻,认为学习是一种复杂的具有涌现性质的生命现象。尽管这种涌现性质在教育实践中得到了淋漓尽致的展现,但在实验室研究中却被人为地排除了。^[13]传统的基于分析还原思维的实验室研究方法在面对学习具有的涌现性质时面临着内在困难,只有采用复杂系统的思维才能在真实的学习实践中把握作为一种具有涌现性质的生命现象的学习的基本规律。^[14]学习科学一方面呼吁在真实境脉中研究人的学习,另一方面又努力对传统的实验室研究方法进行改造,最终产出了“基于设计的研究”这一新的方法学框架。

三、学习科学研究方法论创新的三大突破

学习科学最重要的突破是确立了“人是如何学习的”这一科学研究纲领,并通过研究方法论的创新,把对学习的科学探索与实践改进整合于一个框架内。在

这其中,影响最大的当属基于设计的研究、会话分析及复杂性科学。基于设计的研究是一个新的基本框架,会话分析是一种新的研究方法,而复杂性科学则是一种新的思维模式。

(一)基于设计的研究

“基于设计的研究”思想启蒙于早期关于思维形成与认知发展的临床研究,其中最有影响的是皮亚杰的“发生认识论”、维果茨基的“历史发生学”及杜威的“实用主义”等。他们认为思维的形成是一个过程的发生,而探究该过程的发生与发展是定义知识之内涵的关键。他们都设想在自然状态下通过对儿童思维过程在临床上的深入探究,实现对知识之本质的明确界定,进而为人类学习过程的研究建立基本的解释框架。^[15]

从社会文化理论到教学实验的兴起,塑造了基于设计的研究的早期形态。20世纪70年代后,维果茨基的社会文化理论传入欧美,与杜威和皮亚杰的思想一道,推动了以建构主义为导向的一系列关于思维形成、概念发展及启发式教学策略的研究成果相继出现,体现了临床访谈逐步成长为教学实验的过程。而建构主义则促使教学实验朝开放化与情境化的方向发展,最终形成了一种基于建构主义的教学实验。^[16]

从注重“实验”转向强调“设计”,最终确立了基于设计的研究的核心思想。20世纪80年代后,一批实验心理学家、教育心理学家及数学与科学教育家大胆突破了自桑代克以来心理学家在实验室中研究学习的传统,自觉置身于课堂这一自然场景下,从注重基于真实课堂情境的“教学实验”转向注重以面向教学的科学设计为核心焦点的“设计研究”,更强调将各种新技术引入真实课堂,并通过一定的设计手段考察各种教学要素在学习过程中发挥的作用,探索基于真实课堂情境的设计科学路径。^[15]

总体而言,基于设计的研究源于学习科学家对教育与心理研究领域内杜威和桑代克两种不同研究传统的改造与整合。它开创性地将教育的实证研究与学习环境的设计构建融为一体,推动了教育领域的设计理论和教学实践的融合发展,实现了理论创新与实践改进的一体化,在一定程度上摆脱了过去学习的研究与教学的实践在情境上相去甚远而导致的理论与实践割裂的困扰,把自身打造成为“由应用激发的基础研究”之新领域,开辟了学习研究的“巴斯德象限”。^[17]

(二)会话分析

如果说“基于设计的研究”推动着学习研究的场

景从实验室这一“伊甸园”向课堂这一“尘世”转变,那么会话分析则可以为真实场景下的学习研究提供有效的工具性支持。会话分析可以帮助我们在更加一般性的层面上实现对学习的理解,同时又不像实验室研究那样被迫放弃对真实境脉中学习内在的情境化特征的关注。^[18]它与基于设计的研究结合在一起,有力推动了20世纪末学习研究在方法学上的创新。

会话分析是一种对看似无序、杂乱的普通会话进行分析的社会学研究方法。表面看,它就是对话话的研究;从更加详细复杂的层面来说,指的是对发生在日常生活场景下人类交互中的谈话的系统分析。^[19]这一分析方法也体现出对人类交往中普通对话与具体细节的尊重与关注。^[20]课堂中的会话是理解真实场景下的教与学的核心与关键。^[21]通过会话分析挖掘个体之间交互的本质及课堂秩序建立的内部机制,可以更好地促进教学组织,提高学习效果。

会话分析在关注教育和学习的社会历史文化属性的基础上,通过对复杂教学交互的多角度长期性探索,将真实情境下的学习研究由理想变成了现实。在真实的课堂情境中,会话的多个话轮以及它们之间的转换是教与学的实践之多样性、复杂性的主要体现,这也使会话分析在克服真实教育教学场景本身复杂、不可控的同时,充分利用了其丰富性和发展性。它可以作为“基于设计的研究”这一框架下对复杂情境进行驾驭并发掘其深层意义的有效工具,其价值具体体现在:关注学习的社会历史文化境脉;实现对真实场景下学习的多角度分析;满足研究者对同一对象的长期重复性探索;推动教育和学习研究由理论建构转向经验实证。^[22]

(三) 复杂性科学

学习科学把学习视为一种社会文化现象与文化适应过程,承认并珍视其具有的动态复杂性本质。^[23]对学习具有的这种内在的动态复杂性本质的揭示,显然需要借助新的思维方式。如果说“基于设计的研究”是对历史上以杜威和桑代克为代表的两种研究传统的整合与超越,那么复杂性科学作为一种全新的自然观,它的引入则为我们基于全新的本体论承诺在认识论层面上揭示并在实践论层面上驾驭人类学习的复杂本质,进而创建一门全新的“学习的科学”提供了新支撑。

20世纪后半叶,系统科学的崛起改变了人类认识自然和改造自然的思维方式;世纪之交,复杂性科学的兴起把这种改变更加向前推进了一大步。物理学

与社会科学领域内对复杂系统的跨学科研究给学习科学新思维方式的确立提出了一系列关键的理论与方法论议题,进而为对学习的科学探索提供了新的方法与洞见,最为显著的是对学习教育的复杂系统进行计算机模拟,^[24]从而开辟了继“理论”和“实验”之后对学习进行科学研究的第三种范式。

复杂性科学为学习科学在自然观与认识论上开辟了新的道路。在复杂性科学的视野中,学习被视为一个自然系统而非机械系统,学习是一种“生成”现象,而不是行为的塑造或符号的操作。这一系统的宏观行为不能够通过对一个个孤立元素的认识进行归纳和演绎得到,元素之间的交互作用会产生非线性动力学和生成性行为,因此传统意义上分析还原的思维方式无助于对这一“生成”现象的把握。它需要一种新的科学范式,即生成整体论而不是还原论。^[25]

复杂性科学对学习研究的价值主要体现在以下四个方面:①对学习这一多维度、多层次的复杂系统进行计算机模拟,以定量方式抽取影响系统行为的最关键因素;②把复杂系统模型与来自真实世界的学习数据进行对比,通过不断迭代提升自身的拟合度;③借助各种不同的模型参数,使用经过数据集验证的模型对学习这一复杂系统的行为进行探索;④使用复杂系统模型来对学习研究的结果进行一般化推广。^[24]目前看来,借助于新兴的教育大数据与学习分析技术,通过在宏观和微观两个层面上对人类的认知、学习与教育的复杂系统进行计算机模拟,可以不断揭示认知表征、技术干预、人际交互演化发展的动力机制,进而推进对“人是如何学习的”这一主题的认识。

四、学习科学创新发展的第二次转折与挑战

自20世纪90年代至今,学习科学已在情境认知与学习、基于脑科学的卓越学习、学习的时序动力学、强健学习与深度学习、学习环境设计等诸多领域取得了数量可观的研究成果。^[26]目前,在各相关学科不断进步并交叉融合的推动下,学习科学的创新发展又进入了一个新的历史阶段。

(一) 教育与认知神经科学的崛起:学习科学创新发展的第二次转折

如果说学习科学自创生以来最为重大的突破是以“基于设计的研究”为代表的学习研究方法论上的突破,那么当21世纪的第一个十年结束后,学习科学在学科发展上开始迎来第二次转折,这就是教育与认知神经科学的加盟以及各种新的认知观点与新兴学

习技术的引入。作为认知神经科学与教育研究交叉融合的产物,教育与认知神经科学的目标在于对认知与大脑功能之间的关系进行概念化,^[27]从基础科学的层面上揭示学习的生物学机制,从而确保教育的实践建立在真正科学的基础之上。^[28]

认知神经科学对学习的研究有几个基本主题,包括学习与记忆、神经元的联通性、工作记忆、大脑中的结构改变、功能相关性等等。^[29]认知神经科学家试图从分子、细胞甚至基因的水平上对上述问题作出科学解释,进而丰富对阅读、数学等领域的学习的基础认识。而教育与认知神经科学的目的则在于整合脑科学、心理学、教育学的成果,实现脑科学的实证研究成果向教育问题解决的无障碍应用,^[30]在把学习研究打造成可以与物理学媲美的真正意义上的科学的同时,打破长期以来各种层面上的学习理论相互之间无法统一、理论与实践之间相互割裂的局面。

但是,认知神经科学所处的时空尺度和教育研究与实践所处的时空尺度具有很大不同。认知神经科学对学习基本机制的揭示是在分子和细胞甚至基因的水平上进行的,它关注的是有机体在毫秒级的时间尺度上发生的变化。而教育研究与实践关注的则是作为一个生命整体的人在一个相当长的时间尺度上发生的变化。安德森曾经指出:心理学家对于跨度不超过几十毫秒的心理效应实验的偏好,与教育学家对于重大教育成就的关注之间有很大区别。他追问道:“我们有理由相信研究在几十毫秒的时间里所发生的事件,就能够提高学习吗?”^[31]

持还原立场的人认为,我们可以把发生在至少以小时为单位的时间尺度上的教育与学习分解成一个又一个以毫秒为单位的单元,在心理学上破解其认知机制,在神经科学上破解其生物机制。但问题在于:反向的过程是否成立?把这些在分子的空间尺度和毫秒的时间尺度上获得的发现累加起来,是否就能够完全揭示学习的奥秘,进而在实践层面上为一个作为生命整体的人在相当长的时间尺度上发生的学习提供科学指南?如何在二者之间建立一座桥梁,使处于不同时空尺度上的研究走向统一,进而使研究与实践走向统一是一个巨大挑战。对这一挑战的回应,将决定神经科学在教育中的历史命运,即我们最终收获的教育与认知神经科学究竟是“好”的,还是“坏”的,抑或是“丑陋”的。^[29]

(二)学习科学的“三个世界”及其面临的方法论挑战

神经科学关注的是大脑,心理学关注的是心理,

教育学关注的是经验。在相对的意义,我们可以把它们分别称为学习研究的微观世界、中观世界与宇观世界。正如把微观、中观和宇观的物质世界统一起来是当代物理学面临的最为巨大之挑战一样,整合对大脑、心理与经验的探索,把学习研究的微观世界、中观世界和宇观世界统一起来,打造一门统一的学习科学是当代教育与心理研究面临的最为巨大之挑战。其根本原因在于我们在这三个世界中所持的自然观、认识论和方法论是不同的,由此形成了科学知识不同的层级结构。在神经科学的微观世界,学习研究坚持是从经典自然科学中引入的分析与还原方法;在教育学的宇观世界,实践要求必须采取一种整体与综合的思维模式来对待学习;而在心理学的中观世界,则是这两种思维模式的杂糅。

在教育学与认知神经科学对学习的研究之间横亘着一条巨大的鸿沟,试图通过一蹴而就的方式弥合这条鸿沟显然不可能。那么,是否还有其他选择?20世纪90年代,纽厄尔就曾试图为认知建立一种统一的理论,使其可以对包括记忆、学习、语言、动机、情绪及问题解决等在内的和认知有关的所有问题进行解释,从而把处于生物、认知、理性、社会等不同世界中不同时间尺度上的人类行为统一在一起。^[32]他认为认知有四个层面:生物的、认知的、理性的、社会的。神经科学毫秒级的分析处于生物层面,而教育学对教育成就的关注则处于社会层面。安德森认为,直接联结大范围的教育成果和毫秒级的生物过程暂时不太可能,但却可以搭建三座较小、连续、跨度更长的桥梁:生物层面—认知层面,认知层面—理性层面,理性层面—社会层面,最终实现以心理学为中介,从生物层面的神经科学到社会层面的教育实践的贯通。^[31]

我们认为,可以在生物层面—认知层面、认知层面—理性层面、理性层面—社会层面之间为对学习的科学探索建立起这样一种基本的联结机制。社会层面的教育实践可以为生物层面的神经科学、认知层面的心理学、理性层面的教育学提出学习科学的研究议题,^[33]推动神经科学、心理学、教育学对学习认识不断进步。神经科学和心理学意义上的学习研究产出的是具有解释性功能的理论模型,教育学意义上的学习研究产出的是具有规范性功能的处方理论。通过建立一个研究人员和实践工作者之间的协同合作的机制,可以实现各种不同类型之研究的相互贯通,把处于学习结果、学习行为、心理系统、神经网络、神经元、突触、分子、基因等各种不同层次上对学习的解释统一起来。^[34]这样一来,整合了大脑、心理与经验之相关研

究的一门新的统一的学习科学便呼之欲出了。

结 语

20世纪90年代末,学习科学家在《人是如何学习的:大脑、心理、经验与学校》一书的副标题中就已表达了这样一种雄心壮志:以“人是如何学习的”为主题,把研究大脑的认知神经科学、研究心理的心理学、研究经验的教育学及作为教育实践场所的学校统整

在一起。这种统整不仅可以实现学习研究的“哥白尼革命”,回归作为“教育科学之源泉”的教育实践,还可以打通作为基础科学的认知神经科学与作为应用科学的教育学以及介于二者之间的心理学,把不同层面对学习的科学研究与学校教育的实践熔为一炉。如此一来,一代又一代教育学家孜孜以求的创建一门“教育的科学”的宏大愿景便可一步步走向现实,而这便是学习科学家的使命和追求。

[参考文献]

- [1] BERLINER D C. The 100-year journey of educational psychology: From interest, to disdain, to respect for practice[C]/FAGAN T K, VANDENBOS G R. Exploring applied psychology: Origins and critical analyses. Washington, DC: American Psychological Association, 1993: 37-78.
- [2] DEWEY J. The sources of a science of education[M]. New York: Horace Liveright, 1929.
- [3] 皮连生. 教育心理学[M]. 上海: 上海教育出版社, 2011.
- [4] GRINDER R E. Educational psychology: the master science [C]/An abbreviated version of this paper was presented at the annual meeting of the American Psychological Association, Washington, DC, 1986, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1989: 3-18.
- [5] BRANSFORD J D, BROWN A, COCKING R. How people learn: Mind, brain, experience and school, expanded edition[M]. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- [6] SHAVELSON R J, TOWNE L. Scientific research in education[M]. Washington, DC: National Academies Press, 2002.
- [7] BORING E G. Mind and mechanism[J]. The American Journal of Psychology, 1946, 59(2): 173-192.
- [8] 施良方. 学习论[M]. 北京: 人民教育出版社, 2001.
- [9] CHOMSKY N, FOUCAULT M. The Chomsky-Foucault debate: On human nature[M]. New York: The New Press, 2006.
- [10] CROWTHER-HEYCK H. George A. Miller, language, and the computer metaphor and mind [J]. History of psychology, 1999, 2(1): 37.
- [11] BEACH B K. Learning with Roger Schank[J]. Training & development, 1993, 47(10): 39-44.
- [12] MELTZOFF A N, KUHL P K, MOVELLAN J, SEJNOWSKI T J. Foundations for a new science of learning[J]. Science, 2009, 325(5938): 284-288.
- [13] STERNBERG R J. Handbook of human intelligence[M]. New York: CUP Archive, 1982.
- [14] SABELLI N H. Complexity, technology, science, and education[J]. The journal of the learning sciences, 2006, 15(1): 5-9.
- [15] CONFREY J. The evolution of design studies as methodology [M]/SAWYER R K. The Cambridge handbook of the learning sciences. New York: Cambridge University Press, 2006:135-151.
- [16] THOMPSON P. The constructivist teaching experiment in mathematics education research [C]/ Research reporting session, annual meeting of NCTM, Boston, 1979.
- [17] KOLODNER J L. The learning sciences: Past, present, future[J]. Educational technology, 2004, (03): 34-40.
- [18] SAHLSTRÖM F. Conversation analysis as a way of studying learning—an introduction to a special issue of SJER [J]. Scandinavian journal of educational research, 2009, 53(2): 103-111.
- [19] HUTCHBY I, WOOFFITT R. Conversation analysis[M]. Cambridge: Polity, 2008.
- [20] SCHEGLOFF E A, SACKS H. Opening up closings[J]. Semiotica, 1973, 8(4): 289-327.
- [21] FOX-TURNBULL W H. The nature of primary students' conversation in technology education [J]. International journal of technology and design education, 2015, 5(1): 1-21.
- [22] 郑旭东, 吴秀圆. 教育研究取向转变进程中的会话分析: 真实场景下教学研究的一种工具性支持 [J]. 电化教育研究, 2015(10): 18-22.

- [23] JÖRG T. Thinking in complexity about learning and education: a programmatic view [J]. *Complicity: an international journal of complexity and education*, 2009, 6(1):1-22.
- [24] JACOBSON M J, WILENSKY U. Complex systems in education: scientific and educational importance and implications for the learning sciences[J]. *The journal of the learning sciences*, 2006, 15(1): 11-34.
- [25] JARVIS P, PARKER S. *Human learning: An holistic approach*[M]. New York: Routledge, 2006.
- [26] 焦建利, 贾义敏. 学习科学研究领域及其新进展——“学习科学新进展”系列论文引论[J]. *开放教育研究*, 2011(1): 33-41.
- [27] VARMA S, SCHWARTZ D L. How should educational neuroscience conceptualise the relation between cognition and brain function? Mathematical reasoning as a network process[J]. *Educational research*, 2008, 50(2): 149-161.
- [28] FISCHER K W, GOSWAMI U, GEAKE J. The future of educational neuroscience [J]. *Mind, brain, and education*, 2010, 4(2): 68-80.
- [29] DELLA SALA S, ANDERSON M. *Neuroscience in education: the good, the bad, and the ugly*[M]. New York: OUP Oxford; 2012.
- [30] ANSARI D, COCH D, DE SMEDT B. Connecting education and cognitive neuroscience: Where will the journey take us?[J]. *Educational philosophy and theory*, 2011, 43(1): 37-42.
- [31] ANDERSON J R. Spanning seven orders of magnitude: A challenge for cognitive modeling[J]. *Cognitive science*, 2002, 26(1): 85-112.
- [32] NEWELL A. *Unified theories of cognition*[M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994.
- [33] MASON L. Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible[J]. *Cortex*, 2009, 45(4): 548-549.
- [34] ANSARI D, COCH D. Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience [J]. *Trends in cognitive sciences*, 2006, 10(4): 146-151.

Learning Sciences: Centennial Review and Prospect

ZHENG Xudong¹, WANG Meiqian²

(1.College of Educational Information Technology, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079;
2. Collaborative Innovation Center for Information Technology in Education, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079)

[Abstract] Based on the same methodology of history and logic, this paper investigates learning studies in the 20th century. The results indicate that in educational studies, to implement the methodology of psychology firmly promotes the scientific investigation of learning but puts pedagogy in a crisis of legitimacy. In the 20th century, "how animals learn", "how machines learn" and "how people learn" are studied. There are three major breakthroughs in learning sciences since 1980s: design-based research as the new methodological framework, conversation analysis as the new analytic tool, and complexity science as the new mindset. Now the second major turning point in the development of learning sciences is the rising of education and cognitive neuroscience. How to integrate the investigations of minds, psychology and experience and how to unify three worlds (micro view, middle view and yu view) of learning studies are the primary challenges.

[Keywords] Learning Sciences; Trilogy of Learning Studies; Education and Cognitive Neuroscience; Three Worlds