



当代浙江学术文库
DANGDAI ZHEJIANG XUESHU WENKU

神经教育学

——基于脑的教与学

夏琼 陶冶 秦金亮 著

SHENJING JIAOYUXUE

神经教育学强调在神经科学基础上进行教育理论和实践研究，其涵盖的内容非常广泛。本书主要侧重于探讨基于脑的教与学的神经教育学知识。全书共由八章构成，包括基于脑的教育概述、教与学的神经基础、注意与学习、内隐认知与学习、脑的镜像神经网络与学习、学习动机与脑的奖赏系统、压力对学习的影响及教育启示，以及基于脑的学校教育实践。本书适合教育学、心理学等相关专业研究生、本科生，以及一线教师或从事教育相关的专业工作者阅读，也可以作为相应专业的教科书或参考书。



中国社会科学出版社



当代浙江学术文库
DANGDAI ZHEJIANG XUESHU WENKU

神经教育学

——基于脑的教与学

夏琼 陶冶 秦金亮 著



中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

神经教育学：基于脑的教与学 / 夏琼, 陶冶, 秦金亮著.

—北京：中国社会科学出版社，2017.12

(当代浙江学术文库)

ISBN 978 - 7 - 5203 - 1454 - 1

I. ①神… II. ①夏…②陶…③秦… III. ①神经科学—
教育学—研究 IV. ①Q189②G40

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 280168 号

出 版 人 赵剑英
责任编辑 田 文
特约编辑 陈 琳
责任校对 张爱华
责任印制 王 超

出 版 中国社会科学出版社
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮 编 100720
网 址 <http://www.csspw.cn>
发 行 部 010 - 84083685
门 市 部 010 - 84029450
经 销 新华书店及其他书店

印刷装订 北京明恒达印务有限公司
版 次 2017 年 12 月第 1 版
印 次 2017 年 12 月第 1 次印刷

开 本 710 × 1000 1/16
印 张 14.5
插 页 2
字 数 238 千字
定 价 59.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书,如有质量问题请与本社营销中心联系调换
电话:010 - 84083683

版权所有 侵权必究

神经教育学

——在神经科学与教育学间构筑立交桥

长期以来教育心理学研究、微观教育学（教学）研究、儿童发展研究一直停留在儿童“教”与“学”的简单行为观察、演绎、推测的基础上，将“教”与“学”内在的心智活动假设为“黑箱”，只能通过外部的条件刺激变量来对教育者、学习者所引起的反应、主观内省报告来推测心智活动的过程与规律。近年来神经科学的飞速发展，彻底改变了这一研究境遇，并在神经科学与教育学之间构筑神经教育学立交桥。神经教育学是神经科学、教育学以及认知神经科学交叉的产物，它在关注教育实践中的神经科学问题的同时，更多研究神经科学原理、神经科学理论在教育实践中的应用，特别是教育条件、教育情境中的神经科学成果的转化问题。对其脉络的把握需要从以下几个方面加以认识：

一 神经教育学的神经科学基础

神经科学是探讨脑与神经系统活动及规律的科学，在相当的时期内局限在神经解剖、神经系统整体的研究。20世纪60年代以来随着细胞生物学、分子生物学、进化生物学、发展生物学的异军突起，神经科学进入从分子、细胞、神经突触、神经环路、神经系统、有机体与环境多层次的研究时代，对神经递质的合成、维持、释放、受体间的相互作用，信息传递中核酸、蛋白、酶等分子活动序列研究，对神经元及神经突触信号传递的研究，对脑的重要部位如大脑皮层、边缘系统、丘脑、海马、嗅球、视网膜功能的研究，对学习、记忆等脑高级功能的研究等提高到一个崭新的水平。这些瞩目的进展展示了一幅神经活动及其机制的精彩画面，深刻地改变了人类对脑活动与其工作原理的认识，使神经科学成为最富有活力的学科之一。神经科学研究的新进展为“学”与“教”提供了更翔实、精确的神经基础，但对“学”与“教”、自我、意识、心灵的神经机制远未达

到揭秘的程度，迫切需要在教育情境的水平、教育活动的整体水平上进行跨层次的交叉研究，这一跨学科的研究驱动呼唤着神经教育学的诞生。

二 神经教育学的教育学土壤

教育研究的主体对象是教育者与受教育者，其“心智”活动一直是微观教育学的基础。对“心智”的探索人类经历了从“黑箱”到“灰箱”再到“晶体”的过程。早期心理物理学对感知觉的研究通过反应时、正确率等指标推知心理过程，特别是以铁钦纳为代表的内省学派遭到以华生为代表的行为主义的强烈攻击，行为主义认为只有外在行为才是客观的，作为“心灵”的黑箱只能通过行为分析来还原。认知革命以“人机类比”来取代行为主义的黑箱理论，纽厄尔和西蒙提出的物理符号系统假设认为，任何一个系统如果它的行为表现出智能的话，就必然具有输入符号、输出符号、存储符号、复制符号、建立符号结构、条件下迁移这六种功能；反过来说，任何一种系统，如果能执行这六种功能，那么，它的行为就能表现出智能的特征。既然人是一个物理符号系统，计算机也是一个物理符号系统，那么我们就能用计算机模拟人的活动；这样人的心智这一“黑箱”可以通过计算机的物理符号系统表征它、类比它，使心智“灰箱”化。20世纪90年代以来随着认知神经科学的兴起，以细胞记录技术的电生理研究绘就了神经环路的脑图景，以脑成像技术绘就了系统的大脑图谱，脑机接口技术实现脑与脑之间直接交流，虚拟现实技术可以复原脑与心智的成长历程，还有情感技术、神经游戏技术、脑图谱技术、动态捕获技术等等，使得心智活动的大脑不再是黑箱而是心智的“晶体”，初现揭开心智与脑奥秘的曙光，实现了脑工作的可记录，脑活动的可观察。人类对心智与脑的认识跃上新台阶。

三 各国“脑科学计划”下的神经教育学呼唤

神经科学的主要研究对象——脑是最复杂的有机体，它由千亿个神经细胞组成，这些细胞又通过百万亿个连接突触集聚成神经网络。它是人类认识世界的最后疆域（last frontier）或宇宙，正如神经科学的奠基人卡赫（Cajal）所言“只要大脑的奥秘尚未大白天下，宇宙将永远是个谜”。对脑的探索与研究成为人类最主要的好奇，发达国家及国际组织纷纷推出各自的“脑科学计划”，推进对脑的基础研究和应用研究。

近年来神经科学与教育的关系成为热门讨论话题,国际组织与发达国家先后推出脑科学研究计划,在脑与教育关联方面成立研究机构、培养专门人才。OECD启动了“学习科学与脑科学研究”,欧盟启动“计算技能与脑发育”研究,日本文部科学省启动“脑科学与教育”研究,德国的脑十年计划,我国《国家中长期科技规划纲要》也将脑科学研究列为重点。高校系统关注脑科学与教育的人才培养,美国哈佛大学教育学院、英国剑桥大学、日本东京大学,我国东南大学、北京师范大学、华东师范大学等都建立了相关的研究生培养项目和相应的研究机构。建立脑与教育的相关学术组织、出版学术刊物,2003年成立“国际心智、脑与教育协会”(International Mind, Brain, and Education Society),哈佛大学创办了《Mind, Brain, and Education》杂志是标志性事件。召开脑与教育方面有影响力的学术会议,OECD、欧盟、中法“做中学”项目分别多次召开有影响的国际会议,IMBES定期在梵蒂冈召开“心智、脑与教育”的国际研讨会,浙江师范大学省级社科重点研究基地国际儿童研究院与教育学一级重点学科联合资助在杭州永久性举办“发展神经科学与早期教育”双年度国际研讨会等。发表学术论文或研究评论讨论教育与神经科学的关系,如唐孝威院士领衔组织的神经教育学研究小组历时3年完成了国内首部神经教育学专著(浙江大学出版社),周加仙博士著的《教育神经科学引论》、主译《受教育的脑:神经教育学的诞生》、《人脑的教育》,方彤等译《教育与脑神经科学》等。

四 矗立在学科立交基座上的神经教育学

从学科内在关系来看,神经科学与教育学的关系类似于神经科学同医学的关系,甚至比其同医学的关系更复杂、更受生态效度约束。从学科基础层面看,神经科学是基础科学,其使命就是对神经系统特别是脑活动奥秘的探索,其研究的深入与精细程度决定我们在教育实践、医疗实践对神经活动、心智活动的认识水平、理解水平。从学科应用实践层面看,脑的复杂性不仅是脑的遗传密码、分子、细胞水平层面的复杂性,更重要的是它在特定条件与情境形成脑的多阶段、多模态、多特质复杂性:病变的脑如自闭症的脑、帕金森症的脑、唐氏综合征的脑、阿尔兹海默综合征的脑、脑瘫的脑等,在发展中形成了胎儿的脑、婴儿的脑、幼儿的脑、学龄儿童的脑、青少年的脑、成人的脑、老年的脑等,在发展内容方面形成了

认知脑、情绪脑、社会脑、文化脑等，在教育中形成数学脑、语言脑、运动脑、科学脑、技能脑、美术脑、音乐脑等纷呈多样的脑形态、结构、功能，特别是其活动机制。这些从多角度展现了脑的复杂性，因而诸如社会神经科学、文化神经科学、艺术神经科学、音乐神经科学、游戏神经科学、教育神经科学等名目繁多的分支学科十分流行。

从学科发展的推动力来看，神经科学与教育学存在相互作用、相互关联的交叉立体关系：

一方面，神经科学推动着教育学的发展。神经科学的基本发现、基本理论和基本原理在影响着教育学的主体假设。诸如脑是智能的基础，脑具有可塑性，脑的发展具有关键期，脑功能有能动性，心智与行动有统一性，脑功能是遗传与环境相互作用的产物，脑与心智有个体差异、性别差异等等。在脑与心智研究基础上，可以归纳一系列的教育原则，如基于脑与学习的关系的以脑为基础的教育原则，基于脑可塑性的人可“教”与“学”的教育原则，基于脑的早期发育特性的教育应早的教育原则，基于脑发育关键期的实时性的教育原则，基于脑发育规律的循序渐进的教育原则，基于脑功能的复杂性与多元性的全面与特长教育相结合的教育原则；基于脑功能的能动性的主体性教育原则，基于脑的动机功能的启发式教育原则，基于心智与行为统一性“知”“行”统一的教育原则，基于脑功能是遗传与环境相互作用产物的优化环境创设的教育原则，基于脑与智能有个体差异的因材施教的教育原则，基于脑的基础感知功能的直观性教育原则，基于脑的记忆规律的巩固性教育原则，基于脑的情绪功能的愉悦性教育原则，基于脑功能的终身可塑性的终身教育原则等等。可见神经科学的基本发现和研究积累，充实和丰富了教育原则。

神经科学与教育学结合的重要目标之一是增强其对教育实践影响的适切性，而不仅仅满足于对教育原则的充实和丰富。其教育适切性实现的方式是转化，而不是“理论联系实际”、“理论指导实践”。如同“转化医学模式”一样，一方面神经科学的一些发现和原理是方向性的、导引性的，不是具体技术与操作性的指导指南，避免“神经科学神话”覆辙；另一方面，神经教育学研究必须提高生态效度，首先发现、凝练、形成基于教育需求、基于“学”与“教”情境的真实问题，再考虑技术问题、建立动物模型，克服传统神经生物学去情境的技术主义、方法中心、还原论研究范式。这是一个相当艰辛的过程，是神经教育学的重要使命。

另一方面,从教育学对神经科学的推动来看,教育情境中神经科学问题的有益提炼是影响神经科学向应用发展的重要一极。从某种意义上说,人类进化的过程也是人类学习的过程,进化中的学习,学习中的进化描绘了大尺度的人类发展问题。进入信息化社会、知识经济社会,学习与教育成为人的基本生存方式。从终身学习的角度看,个体从生命开始就被抛入了学习的海洋,包括胚胎环境、婴幼儿环境、学校环境、工作环境、退休环境等,个体的生命全程充满着学习,被抛入了嵌套式的教育情境,毫不夸张地说人的心智与脑浸泡在教育与学习中。从整体论而言教育情境中的神经科学研究反映了人重要的存在方式,其研究也具有基础意义。这也是目前部分学者提倡“教育神经科学”的意义所在。事实上将此研究归入神经教育学,将彼研究归入教育神经科学,甚至产生争执,并无实质性意义。重要的是认识到教育与神经科学关联的现实基础和潜在可能,专业地体认当代神经科学对教育实践的意义,使命感地促进教育学与神经科学的高度交叉,在研究方法、研究技术的深度融合,在方法论方面的批判性统整。神经科学(含脑科学)是当今发展最迅速的基础学科之一,但神经科学主流研究还很难摆脱分析主义的还原论,尽管当代的还原论已非行为主义时期的还原论,其研究成果的有效应用,学科交叉后的重大突破,有赖于神经科学与医学、教育学及其他社会科学的相互渗透与大尺度、大跨度统整。

本书是教与学的神经教育学概论,全书从神经教育学的形成,教与学的神经科学基础,注意与学习,内隐认知与学习,镜像神经系统与学习,学习动机与脑的奖赏系统,压力、脑与学习,基于脑的教育实践等方面进行系统梳理,是侧重于基于脑的教与学实践的神经教育学专著。本书主要由夏琼博士组织浙江师范大学神经教育学研究团队完成,从写作计划、相关资料收集、写作讨论、形成初稿、初稿讨论到最终统稿,无不倾注参与人员大量精力。但尚不能弥补资料深度消化、结构尚不完善的不足,这些都是我们努力的方向。路漫漫其修远兮。

秦金亮

前言

这些年来，教育改革一直是社会关注的热点话题，因为教育既事关国家未来，也关乎每个家庭以及每个孩子的成长。如今，我们的教育饱受诟病，学生要么在抱怨他们所接受的教育，要么正在承受学习的压力，最优的学习始终难以发生。本书在一定程度上解释了其中的原因，还表明了基于脑的教学为什么能改善学生的学习。

神经教育学强调在神经科学基础上进行教育理论和实践研究，其涵盖的内容非常广泛。本书主要侧重于探讨基于脑的教与学理论及实践。基于脑的教育在今天看来已不再是一个什么新的词汇。事实上，早在 20 年前，Leslie Hart 就曾在其著作《人类的脑与学习》（*Human Brain, Human Learning*）中提到了很多关于神经教育学的思想。比如，他认为“教育实践应该与脑功能之间建立起连接”，“如果我们不去了解学生的脑是如何工作的，则会影响学生的成功”等。也就是说，基于脑的教育主张，由于我们做任何事都要用到我们的脑，所以我们需要去了解它的知识并加以正确地运用。

但是，基于脑的教育思想自从它一提出就伴随着巨大的争议。其中最具代表性的反对意见认为教育并不能直接从神经科学的研究中受益，期待脑科学研究的教育实践应用还为时尚早，因为我们无法从基础的神经科学研究中作出较大的教育推论。好在事实胜于雄辩，在近几十年的时间里，基于脑的教育经受住了时间的考验，越来越多的实证研究确认了其有效性和必要性。

如今，为了更好地推进基于脑的教育，也为了避免一些不必要的争论，我们有必要对一些重要概念进行澄清。首先，基于脑的教学是基于脑科学原理所进行的教与学实践活动。此处的脑科学原理不是来自于某些“神经神话”或伪科学、也不是来自于某些权威人物或神经科学专家，而

是来自于基于脑相关学科的实证研究证据。鉴于其核心思想的一致性,在本书中,我们对神经教育学、教育神经科学以及基于脑的教育等概念并不做严格的区分。有时候,为了表述的方便,我们也交替使用。其次,强调基于脑的教育并不是说教育就只需要单纯依赖于神经科学这一个学科就够了。事实上,教育必须是基于多学科的。但必须指出的是,如果忽视了神经科学的研究,则是对教育极其不负责任的表现。因为学校中的每一个老师和学生的所作所为最终都是与脑相关的。

本书主要聚焦于那些有助于教与学的神经科学知识。通过大量的知识和研究来说明我们应当超越传统的简单狭隘的教与学方法。但是,直接把神经科学研究转换成教育实践是不现实的。因而,我们仍然主要采纳间接推断的方式来获取神经科学的教育意义。

首先,我们从教与学的神经基础出发,根据现代脑科学研究的重要发现来检视今天的教育。

其次,我们着重选择与教与学紧密相关的神经科学研究主题,包括注意与执行功能、内隐认知与学习、脑的镜像神经系统、奖赏系统以及压力等对学习的影响。详细阐述了它们的工作原理及其在教与学中的作用,并提出了相应的教育教学启示。

最后,我们简单总结了那些有助于更好地教育或有助于大脑更好学习的教育教学原理。抛砖引玉地介绍了如何把我们所知的关于脑如何学习的知识应用到实际的教学环境中。

我们期望本书能够拓展人们对学与教的理解。脑远不是我们想象的那么简单,脑对教与学启示也总是比我们最初的预想更复杂。这不仅仅是一个我们在教育上的所作所为是否正确的问题,而是需要改变我们原有的一些根深蒂固的教育观念。为了真正地拓展我们对这个问题的认识和理解,我们需要与时俱进,把所了解的神经科学新知识融入我们已经知道或熟悉的教育实践中,而不只是一味地抵制或回避。

由于教与学涉及人类活动的多个方面,我们不得不承认和理解其复杂性,超越狭隘的概念和实践,在最大程度上促进教育的真正提高。传统意义上的教与学更多地依赖于内容和课本,这是需要的且并不非常复杂。但是基于人脑的教与学,是需要真正理解脑是如何工作,并把教学提升到那些需要最优心智的高难度领域。与其他同类著作一样,本书中包含了很多

启示性而非确定性的答案，因为这是一个发展变化非常迅速的领域，而且影响教育的因素又非常复杂。因此，在基于脑的教育中，承认复杂性、容忍模糊性和接受不确定性永远都是非常重要的。从这个意义来讲，本书提供的实际信息也许并不重要，而更重要的在于提供了我们需要更新教学观念的思想。教师了解神经教育学的目的也不仅仅是为了习得几条基于脑的教育教学原则，更重要的是他们需要理解为什么应该这样做而不是那样做，即需要懂得教学原理背后的神经机制。

总之，在学校教育中，教师应该成为学生学习的“易化者”。为此，教师其实不需要应用另外的方法或途径来“拯救”教育。从教育理论和方法来看，本书所阐明的很多方法可能已经早就听说过或做过了。现在教师需要的是在一个更复杂的背景或框架下来理解教与学。这个背景必须包括人的生理、情绪情感、行为和认知。本书的内容为这个框架的创建作出了贡献。

尽管在未来的日子里，不论是在神经科学领域还是教育领域，我们都毫不怀疑会有更多的知识产生。此外，本书的内容也并没有涵盖完全所有与教与学相关的神经科学知识，还有更多的问题留予未来去解决。但这些并不能否认本书的价值，我们迫切希望基于脑的教与学的神经教育学思想能够得到更多人的关注。通过把神经科学和教育教学连接起来，建构起跨学科的桥梁。从而引发教与学的范式在概念上发生极大的改变，对教育及学生的学习产生长远的影响。

本书主要探讨基于脑的教与学的神经教育学知识。全书共由八章构成，主要围绕对教与学有重要影响的神经科学知识进行阐释，包括基于脑的教育概述、教与学的神经基础、注意与学习、内隐认知与学习、脑的镜像神经系统与学习、学习动机与脑的奖赏系统以及压力、脑与学习的关系等。本书的完成时间较为仓促，不足与错误在所难免，进一步研究与完善是我们努力的方向。

本书主要由浙江师范大学从事神经教育学研究的教师撰写。参加撰写的作者和相关章节如下：第一章由夏琼、秦金亮撰写，第二、五、七、八章由夏琼撰写，第三章由陶冶撰写，第四、六章由夏琼、贾成龙撰写。全书由夏琼进行统稿。

本书撰写工作得到浙江师范大学杭州幼儿师范学院，特别是学院发展

认知神经科学实验室的支持。本书的完成还得到浙江大学交叉学科实验室唐孝威院士的大力支持和悉心指导。同时,还要感谢参与本书资料搜集及文献整理的研究生同学,他们是宋璐伶、殷海燕、张丽娟、王芳、李月月等。本书的出版得到浙江省社科联的资助,特此致谢。

夏 琼

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 神经科学与教育的结合	(1)
第二节 基于认知神经科学的教育研究方法	(9)
第二章 教与学的神经基础	(21)
第一节 脑的结构与发育	(21)
第二节 神经可塑性	(27)
第三章 注意与学习	(44)
第一节 注意网络	(45)
第二节 注意与执行功能	(54)
第三节 注意训练与认知	(58)
第四节 注意与意识	(61)
第四章 内隐认知与学习	(72)
第一节 内隐记忆	(73)
第二节 内隐学习	(80)
第三节 内隐记忆与学习的神经基础	(89)
第四节 内隐记忆与学习的教育启示	(96)
第五章 镜像神经系统与学习	(112)
第一节 动物的镜像神经系统	(113)
第二节 人类的镜像神经系统	(123)
第三节 镜像神经系统的认知功能	(129)

第六章 学习动机与脑的奖赏系统	(157)
第一节 多巴胺与奖赏	(157)
第二节 多巴胺与记忆	(165)
第三节 学习动机与奖赏	(167)
第七章 压力、脑与学习	(181)
第一节 压力与脑	(181)
第二节 压力与认知	(189)
第三节 压力与学习	(195)
第八章 基于脑的学校教育实践	(207)
第一节 基于脑的教育教学原则	(207)
第二节 基于脑的教与学	(210)

第一章 概述

教与学在脑中是复杂地交织在一起的。尽管神经科学的研究为我们提供了很多关于学习、记忆、动机、认知发展等方面的知识，却较少有研究是专门针对教育、学校、学生或课程的。长期以来，教育工作者和神经科学研究者的工作相去甚远。他们对于人们是怎样学习的，学习的过程是什么，以及最终如何把科学研究结果转化到实践等问题的认识上存在很大的分歧。如今，令人感到欣慰的是，情况正在发生改变。在神经科学的广阔背景下，教与学的实践拥有了前所未有的新机遇。神经教育学就是一门试图把神经科学研究与教育实践联系起来的学科。

第一节 神经科学与教育的结合

赫尔巴特在《普通教育学》一书中就明确指出：教育的最终目的是促进儿童的身心发展。在这一目标的指引下，霍尔通过心理行为调查推动儿童研究的科学化，桑代克通过教育心理学与现代教育测量运动科学化来推动对“学”与“教”规律的认识。然而这始终是一种“黑箱”研究假设，认知神经科学推动下的研究技术手段进步才开启了“学”与“教”研究“晶体”假设可视化时代。现代神经科学用大量的实验事实表明，脑是心理活动最重要的物质载体，脑的发育水平与心理的发展水平相互促进，互为因果，共同发展。我们的教育如何更科学地促进脑的发育、心理的发展是教育研究最基础的课题。随着教育与神经科学的交叉，神经教育学力图在脑、心理与教育实现三位一体的整合研究。

一 神经科学与教育研究的交叉

John Bruer (1994) 曾说，“我们送孩子去学校是为了让他们学到课堂之外学不到的东西，从而让他们的智能得到最大程度的发展。”那么，学

习和智能的本质是什么？自 20 世纪 50 年代认知心理学兴起以来，这类研究都将关注的焦点转向了人脑内部。认知心理学家们从信息加工的角度对这些问题展开了孜孜不倦的探索，试图揭示人脑的内部认知过程。但由于研究手段和方法的限制，依赖于传统的反应时和正确率等测量指标的认知心理学研究难以真正深入人脑的信息加工本质，因此留下了大量的脑功能“黑箱”。

近二三十年来，随着社会经济和科学技术的高度发展，脑和神经科学研究的新技术和手段不断涌现。借助于先进的无创性的神经电生理技术和脑成像技术，神经科学正在逐步揭开人脑的“黑箱”之谜，阐明认知活动的脑机制。过去相当多的研究数据主要集中在探索脑的功能性模块方面，即脑的功能分区，特别是与认知行为相关的皮层分区（Phillips, 1997）。例如，PET 扫描已经揭示了与语言相关的听、说、读、写及语言理解的皮层区。

神经科学研究在社会科学领域，尤其是在教育领域的潜在应用价值激起了人们日益高涨的研究热情，越来越多的研究者加入到神经科学的研究行列。目前，全世界参与神经科学研究的学者已达数十万人。他们的研究范围从分子生物学到行为学，研究兴趣包括视觉，空间认知，听觉和音乐，情绪，模仿，记忆，运动功能，语言，意识，智力，学习，记忆，动机，创造力等。同时也产生了大量的研究成果，出版了很多关于神经科学的书籍。很多书还成为书店里的畅销书，比如，《心智是怎样工作的》（*How the Mind Works*, Steven Pinker, 1998），《白板》（*The Blank Slate*, Steven Pinker, 2002），《人脑是如何思考的》（*How Brains Think*, William Calvin, 1996），《记忆的形成》（*The Making of Memory*, Steven Rose, 1992），《人脑是怎样建构思想的》（*How Brains Make Up Their Minds*, Walter Freeman, 1999），《人类的脑：导览》（*The Human Brain: A Guided Tour*, Susan Greenfield, 1997），《人脑和情绪》（*The Brain and Emotion*, Edmund Rolls, 1998）等。这些书已经从多个角度让我们理解了大脑是如何运作的，尤其是关于知觉和学习方面。

但是，尽管神经科学的研究为我们提供了很多关于学习、记忆、动机、认知发展等方面的知识，却较少有研究是专门针对教育、学校、学生或课程的。长期以来，教育工作者和神经科学研究者的工作相去甚远。他们对于教与学的认识存在很大分歧。如今，神经教育学将神经科学的研究

纳入到教育研究领域,拓宽了传统的教育研究范畴。它不仅关注课堂中学生学习行为的改变、学生动机的激发等宏观层面的研究,也关注脑在外部环境的刺激下产生的神经连接或功能改变等微观层面的研究。我们认为,承认生物性在人的社会性、行为和心理特征发展等方面的作用,将有助于我们更好地理解清学习的本质,树立“生物—心理—社会”的整体教育观,从而更好地进行教育实践(Carew & Magsamen, 2010; Fischer, et al., 2007)。

二 神经教育学的教育目标意义

神经教育学的教育目标意义主要体现在以下两方面:

(一) 改善学与教,提高人才培养质量

提高人才培养质量已成为教育改革的重要目标。在当前的教育背景下,学生需要具备广阔的能力。为了能够适应这快速发展的社会和经济环境,学生不仅要具备读写算的基本技能,还需要具备高水平的思维能力,以及自信和在面临挫折时的情绪调节能力。因此,教育者需要培养善于发现知识和创造知识的学生。

神经教育学的主要目标是促进教育的科学性,改善教与学。我们希望能够激发出学习者的高水平学习能力以及处理复杂事物和应对变化的能力。因此,教育需要满足或遵循人脑的需求和预设。对学习者而言,他们最主要的需求就是获取事物的意义。

为了达成这个目标,我们必须清楚地了解学生所能获得的知识类型是表面知识还是有意义的知识。前者主要涉及对事实和过程的记忆,传统教育通常就是带给学生这样的知识。当然,有些记忆确实也是非常重要的。但是,有意义知识却是未来人才成功的关键。

表面知识是任何一个机器人都可以学会的。只要把特定的程序植入机器,就能产生特定的结果。但是,有意义知识却是能对学习者产生意义的。任何一个因为好奇而着迷于飞机的儿童,他们玩弄飞机的方式与那些仅仅是“为了完成任务”的儿童完全不同。后者可能会没有耐心来处理复杂的问题情景。如果仅仅是通过黏合一些碎片似的知识或信息,则不足以让我们学好一门学科或掌握一门技能。要真正地掌握知识必须要感知到它们的关系。人脑天生就具有模式识别的功能。因此,教育者的作用就在于给我们的学生提供有助于其知觉“连接的模式”的经历。