

TED

百万点击量级
演讲人作品

THE LEARNING BRAIN

认知神经科学之父 | 迈克尔·加扎尼加 权威推荐

乐在学习 的大脑

神经科学可以解答的教育问题

[英] 萨拉-杰恩·布莱克莫尔 尤塔·弗里思 著
游婷雅 译



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

乐在学习 的大脑

神经科学可以解答的教育问题

[英] 萨拉-杰恩·布莱克莫尔 尤塔·弗里思◎著
游婷雅◎译



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

乐在学习的大脑：神经科学可以解答的教育问题(英)布莱克莫尔，弗里思著；游婷雅译. —北京：北京师范大学出版社，2016.7
ISBN 978-7-303-19181-9

I. ①乐… II. ①布… ②弗… ③游… III. ①教育心理学
IV. ①G44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 149819 号

营 销 中 心 电 话 010-58805072 58807651
北师大出版社学术著作与大众读物分社 <http://xueda.bnup.com>

LEZAIXUEXIDEDANAO

出版发行：北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京市海淀区新街口外大街 19 号

邮政编码：100875

印 刷：三河市兴达印务有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：730 mm×980 mm 1/16

印 张：18.25

字 数：188 千字

版 次：2016 年 7 月第 1 版

印 次：2016 年 7 月第 1 次印刷

定 价：56.00 元

策划编辑：关雪菁

责任编辑：齐琳 王星星

美术编辑：王齐云

装帧设计：王齐云

责任校对：陈民

责任印制：马洁

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话：010-58800697

北京读者服务部电话：010-58808104

外埠邮购电话：010-58808083

本书如有印装质量问题，请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话：010-58805079

推荐序

快乐教与学：从理解大脑开始

强大的学习能力使人类在漫长和激烈的物种竞争中脱颖而出，也使人类社会创造的高度文明能够代代相传，而学习正是脑的功能。虽然人类对脑的探究由来已久，但由于方法和技术的局限，过去千百年来，人类对脑的理解长期停留在黑箱阶段。20 世纪 90 年代以来，以功能磁共振成像为代表的无创性脑成像技术迅猛发展，推动心理学、神经科学等学科高度交叉融合，产生认知神经科学等新的前沿学科，使人类对自身脑和学习的认识进入了前所未有的新阶段。

在今天，教师、家长、校长以及与儿童发展相关的政策制定者强烈渴望获得脑和学习关系的新知——脑是如何学习的？应如何认识不同学习者脑的特点、活动方式的内在规律和差异？为什么有些孩子学得多快好省，有些孩子学得少慢差费？怎么去帮助存在各种学习问题的孩子？

两位英国科学家撰写的《乐在学习的大脑》为社会公众科学认识当前脑与学习研究的新进展以及教育应用提供了可靠的途径。该书围绕脑与学习的关系，整合心理学、神经科学的大量研究，广泛介绍了关于儿童青少年学习和发展的多个重要主题。该书阐述了从婴儿期脑到成年期脑的发展历程，介绍了读写算、情绪、社会技能等各个领域的学习，以及各种正式、非正式途径的学习，解释了脑发展与学习的相互影响，探讨了阅读困难、自闭症、注意力障碍等儿童青少年发展中各种常见问题的神经和认知机理，还进一步讨论了当前科学研究进展对教育的启示。

作者布莱克莫尔和弗里思是两位享誉世界的儿童心理学家和发展认知神经科学家。两位作者对科学发现的介绍和阐释严谨、负责、不夸大、不做过度解读。书中既没有某些流行读物为简单满足人们希望——变得更聪明、快速提高孩子的学习成绩、快速成功——而开出的各色“处方”，也没有描述一个不切实际的美好未来。它总结介绍的是当前科学研究中关于脑和学习、教育、儿童青少年成长中最重要和可靠的认识。

特别可贵的是，该书具有很强的可读性，使没有接受过长期和专门认知神经科学训练的普通人也有机会享受科学的高歌猛进带来的知识盛宴。任何读者——只要对脑和学习、教育、儿童青少年成长的关系感兴趣——都会发现书中介绍和描述的脑的世界不是高冷孤绝的“怪

物”，而是充满趣味，并且和每个人的日常生活密切相关。即使在相关学科有所训练和研究的读者，依然可以从书中广泛的主题、丰富的研究进展和准确的阐释中有所收获。

这本书采用了严谨、深入、系统的心理学和神经科学的研究成果，可以作为认识脑与学习、教育、儿童青少年成长关系的必读书。教师、家长、校长、教育管理者们，以及与儿童青少年成长有关的社会工作者和政策制定者们，都可以从这本书中获益。

通过阅读，教师会发现难以意会的教学艺术背后，其实可能有人人都可以把握的科学规律。在面对教学和学生培养过程中的困难时，教师可以从本书中找到新的认识角度和探索方向。

通过阅读，家长会发现对自己、孩子、家庭有了更充分的理解。在面对孩子成长中的各种挑战时，家长可以从本书中找到解决问题的思路。

通过阅读，与儿童青少年学习和发展有关的教育管理者、社会工作者、政策制定者会发现，儿童青少年脑和心理行为健康成长到底需要哪些资源和支持。在面对复杂的社会决策时，他们可以做出基于科学证据的正确选择。

由于该书出版于 2005 年，迄今已十年。在这十年中，脑的研究技术不断更新，相关科学研究进展迅猛，许多有关儿童青少年学习和发展的新成果不断涌现，向社会

公众广泛传播这一领域的最新进展，已成为必然与必须。儿童心理学和发展认知神经科学的研究者们在不断探索科学前沿的同时，亦应当进一步加强合作，更加重视编写、推荐一些包含儿童青少年脑与心理发展最新研究进展的高质量科普作品，为提升我国整体教育质量助力，让亿万儿童青少年可以找到最适合自己的那条快乐学习之路。

陶沙

北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室教授，中国心理学会理事，发展心理专业委员会副主任，中国教育学会脑与教育分会常务理事

目 录

□ 推荐序 快乐教与学：从理解大脑开始

第1章 序 言/1

对于神经科学的错误观念 · 遗传学怎么说？ · 大脑的发展障碍 · 常见词汇 · 大脑科学揭示了反直觉的学习 · 认知心理学怎么说？ · 大脑如何运作？ · 我们如何研究大脑？ · 本书的结构

第2章 发展中的大脑/23

发展期的大脑变化 · 3岁太晚？早期教育的争论 · 大脑研究有没有答案？ · 第一项争论：婴儿时期的大脑连接 · 第二项争论：大脑发展的关键期 · 第三项争论：大脑发展必须有丰富的环境 · 回到早期教育的争论

第3章 幼儿期的读写算/47

学习说话 · 第二语言的学习 · 先发声再说话 · 快速映射 · 语法的学习 · 阅读和书写的学习 · 数字与加减法

第4章 数学脑/69

负责数学的脑区 · 顶叶的计算处理 · 大脑的两侧 · 在脑中想象数学 · 性别差异与数学 · 计算障碍

第 5 章 读写脑/87

书写的简史·拼音文字的传承·脑中看得见的语言·语言决定论?·脑中的阅读系统与其精细调整·将颜色和文字结合

第 6 章 阅读脑/107

学习成为识谱的人·阅读文字的学习·阅读障碍·如何识别阅读障碍?

第 7 章 社会脑与情绪脑/125

社会交往和情绪的问题与大脑有何关系?·自闭症·注意力缺陷多动障碍(ADHD)·品行障碍·同理心与道德感的障碍·祸不单行·教育上的挑战:社会交往—情绪发展障碍

第 8 章 青少年的脑/149

青春期之后有什么变化?·青少年大脑的第一个实验·通过 MRI 观看青少年的大脑·大脑在青春期后的持续改变·青春期后行为和认知的变化·以 fMRI 观察青少年的大脑活动·青少年大脑研究的启示

第 9 章 终身学习的大脑/165

可塑的脑·记住附近的道路·成为音乐家·大脑的改变需要靠练习来维持·可塑性是一种补偿机制·大脑的可塑性是怎么回事?·运动和大脑·大脑潜藏的力量

第 10 章 记忆脑/187

学习与记忆的类型·内隐形式的记忆·技能的学习与记忆·工作记忆·事件记忆·儿童时期的记忆障碍·教学的大脑基础

第 11 章 多样的学习/203

无意义记忆 · 意义与短时记忆 · 要不要死记硬背? · 以心灵之眼学习 · 视觉和声音的联结 · 情绪的想象和学习 · 模仿 · 心理体操

第 12 章 驾驭大脑的学习力量/225

睡眠与学习 · 催眠和暗示感受性 · 情绪的显著重要性 · 感觉良好的因子 · 聪明药与安慰剂效应 · 吃什么就变成什么 · 朝向新的学习科学迈进

附录 1 研究大脑的工具/254

附录 2 名词释义/263

第 1 章

序 言

进化与教育，就好比先天和后天，总被视为对立的两方，而本书的目标就是将这两方加以结合。大脑已经本能地且轻而易举地发展出教育功能，同时也能接受教育。大脑是一部机器，能够包容所有形式的学习——从松鼠宝宝学习如何打开坚果、鸟儿学习飞行、孩子学习骑脚踏车和背诵《三字经》，到成人学习新的语言或设定电子设备。当然，大脑同时也有对学习设限的先天机制——学什么、学多少以及学多快，均由它决定。

有关大脑如何学习的知识，可以（也将会）在教育上产生很大的影响。了解大脑在学习和记忆上的运作机制，以及遗传基因、环境、情绪与年龄对学习的影响，便能改变教育策略，让我们能为所有年龄层和拥有不同需求的学习者设计出最佳的学习课程。我们唯有了解大脑如何习得并运用信息及技能，才能发挥大脑的学习潜能。

神经科学研究对大脑如何学习的问题，已有相当程度的了解。近年来，先进的技术提供了更棒的工具，让神经科学家可以探索更多的大脑功能。例如，测量人们在进行特定任务操作时大脑活

动的脑成像(brain imaging)技术,让我们更进一步认识人类大脑和心理的奥秘。大脑是如何在生命全程中学习并处理信息的?如今脑科学让我们对这一问题有了一些认识。

在过去的几年中,教育学家和脑科学家之间开始展开交流。2000年春天,本书的作者之一从伦敦大学神经科学所博士班借调到英国科技议会办公室(Parliamentary Office of Science and Technology, POST)三个月。英国科技议会办公室的主要职责是提供当今重要的科学议题给英国的上下议院参考。

在当时,英国早期教育小组委员会(Early Years Education sub-committee)正在开展一项针对0~6岁幼儿适当养育与教育的调查。委员会被淹没在一大堆信件、报道及声明中,这些都来自从事早期教育的慈善机构、学校、心理学家及教育家,他们引用大脑发展的研究作为英国早期教育改革的依据。然而,其中有一些论点是相互矛盾的。一方面,有些看法认为正规教育不应该在六七岁之前开始,因为大脑在这之前还没有准备好要学习;另一方面又有人认为,大脑发展的研究清楚地告诉我们,孩子应该受到“温室培养”——教得越多越好,越早越好。早期教育小组委员会的委员们究竟如何看待这些彼此冲突的研究证据呢?

本书的两位作者也参与过这类问题的探讨,2000年6月,我们应英国国家经济和社会研究委员会(Economic and Social Research Council, ESRC)之邀,提出一份关于神经科学是否能对教育研究有所启发的报告。接着我们所做的第一件事情,就是在2000年9月初,筹划了一场与大脑研究和教育有关的跨界学术工作坊,时间非常匆促,事实上工作坊被排在暑假最后一个周六举

行，并且我们只知会了几位我们认为对这个主题特别有兴趣的人。我们预期这应该是个很小型的会议，然而，却收到一百四十多位各界人士寄来的电子邮件，表示有兴趣参加这个工作坊——其中科学家和教育学家各半。那真是又棒又令人兴奋的一天。这个工作坊唯一受到的批评就是只办一天，时间太短了。在与教师和教育研究学者的讨论中我们渐渐得知，也是出乎我们意料的，就是几乎找不到任何结合大脑科学和教育学的文献。

即便目前科学家已经对学习有相当程度的了解——出生前和出生后大脑细胞(brain cell)是如何发展的；宝宝如何学会听、看、说和走；婴儿如何习得道德感以及了解社会互动的方式；成人的大脑又是如何持续不断地学习和成长的。令人感到惊讶的是，尽管与教育政策相关的知识越来越多，但大脑研究与教育政策、教育实务之间的联结却是如此薄弱。

神经科学最重要的一项贡献，就是阐明了学习的本质。尽管神经科学的研究已经大幅地增进了我们对大脑和学习的了解，但却尚未在教育理论或教育实务上有重要的应用。

为何如此？有部分原因可能是：我们很难将大脑如何产生学习的知识转换成有用的信息，来解决人们关心的教育问题。曾有一位脑科学家，为一群教育学者做完一场大脑的演讲之后表示：“让老师们看这些大脑图片是没有意义的——他们的兴趣并不在此。”

我们并不认为所有的老师都是这样，但我们必须承认，目前的确很少有与教育相关的大脑研究资料能够提供给非专业人士参考。我们撰写这本书的目的，就是希望能够拉近大脑科学与教育科学之间的距离。

◆ 对于神经科学的错误观念

在了解跨学科领域的知识时，除了大脑研究中各种主张及反驳意见所引起的困惑之外，还有许多其他的阻碍。某项大脑的相关研究，可能在数个月后被另一位科学家的研究结果推翻。然而，不同的看法、新发现与反驳意见都是科学发展的一部分，同时也是更进一步了解大脑不可或缺的因素。

关于神经科学的错误观念——神经科学家感兴趣的议题是什么，神经科学能应用在教育上的范围有多少——非常容易产生。举例来说，有一项流行的说法认为我们实际用到的脑细胞很少（大概 5% 或 10%）。然而，并没有证据显示这项说法是正确的！让我们看看用一根手指轻轻敲击时所使用到的大脑区域（见图 1-1）：手指的轻轻敲击会激活大脑许多的区域——就如你在轻敲手指时读着这段文章，同时还得保持平衡、呼吸和体温，你的大脑中几乎所有的区域都被激活。但是不必担心，即便你在某些时候同时用到所有的大脑区域，大脑都有能力自行重整，让你总是能不断地学习。

然而，有一位 W 女士，她的脑部大规模损伤却依然能够正常生活，这又是怎么回事呢？这是否表示大脑在行为的控制上扮演的角色微不足道——有没有它我们都能够有效地做出行为？这个例子中的矛盾看起来不那么真实，但这名脑损伤者的例子确实揭示了一些关于大脑违背直觉但值得我们注意的事实。

首先，这个案例展现出了大脑的复原力：虽然大脑广泛受损只剩下少量完整细胞，却能够完成工作。这些细胞能够展开修补



图 1-1 大部分时间大脑大部分区域都处于激活状态，这幅图呈现的是当我们只动一根手指轻敲时，脑中许多区域都会被激活。黑色区域代表被激活的部位。

的过程，而神经科学就是在研究这些过程是怎么发生的。

其次，这个案例不只展现出补偿的可能性，同时也呈现出它的限制——W 女士无法完成一般的心理诊断测验。她表面上看起来似乎能够表现出正常的行为，但这可能是因为她学到了一些策略来应付困难。事实上，当给她一些区分度更高的作业时，她的异常行为便会显现出来。在大脑受伤之前，她是个右利手；而现在她无法使用右手拿笔，但却能够精准地使用左手来代替，如只用左手倒茶、拿东西、写字等。这只是一个例子，说明在做出我们多么依赖正常运作的大脑的结论时，严谨的科学方法是必需的。

◆ 遗传学怎么说？

遗传学的研究在过去几十年开始不断丰富，已经让大家了解

到基因对个体形成的重要性。基因似乎在学习和学习困难领域扮演着重要的角色，世界各地的研究团队也开始针对这类问题进行深入的研究。基因研究在教育上的意义将会是未来非常重要的课题。从基因推论到行为，要比从大脑推论到行为的距离更远。相信一旦我们对于大脑和行为间的联结有更多了解时，要跨越这样的鸿沟就会变得越来越容易。



图 1-2 与学习有关的基因研究正开始展开。我们是否能想象有一天或许可以为了教学和学习来挑选基因？

(图中文字：sale—出售，teaching—教学，learning—学习)

先天和后天交互作用的观点

要让大脑正常地发展，光靠遗传编码是不够的，同时还需要环境上的刺激。只有让环境中充满各种感觉刺激——视觉、触觉和听觉等，大脑的感觉区域才能发展，这是科学上已知的一项事实。本

书将会在下一章针对这一点进行更多的讨论。并非只有感觉区是这样，对其他的大脑区域以及所有的心理功能应该都是如此。

从出生开始，大脑的塑造便受到环境的影响，不仅仅是受到遗传编码的影响而已。就好比是橡树的种子，如果没有适当的光照、水分和养分，即便拥有成为一棵巨大橡树必须具备的遗传基因，种子还是无法顺利成长。先天因素和后天因素是孕育一棵树木所必需的，同样也是大脑正常发展所必备的，争论哪一个比较重要是没有意义的。

还有一个例子可以说明先天因素和后天因素是一体两面的。许多人喜欢躺在阳光下做日光浴，将皮肤晒成令人满意的咖啡色。黑色素是肤色的掌管者，黑色素越多肤色就越深。现代西方人的观点认为拥有咖啡色肤色的人看起来比较健康，也比较漂亮。想象一下北欧女性的苍白肤色、非洲女性的黝黑肤色，以及地中海女性号称为橄榄色（金黄偏褐色）的皮肤。不论北欧女性做多久的日光浴，她的皮肤只会晒伤而不会变黑；就算非洲女性非常努力做好防晒工作，她的肤色也不能变白；然而，在那些橄榄色皮肤的女性身上，我们可以发现肤色与阳光暴晒量有直接的关系。在地中海女性的例子中，环境的效果（阳光暴晒量）最为显著；而在其他（北欧或非洲女性）的例子中，基因的效果（黑色素含量）最为显著。当其中一种效果（如先天）在某些例子中特别显著时，并不代表另一种效果（如后天）会消失。



大脑的发展障碍

在说到儿童的一般发展时，或许可以不提大脑，但谈到发展