

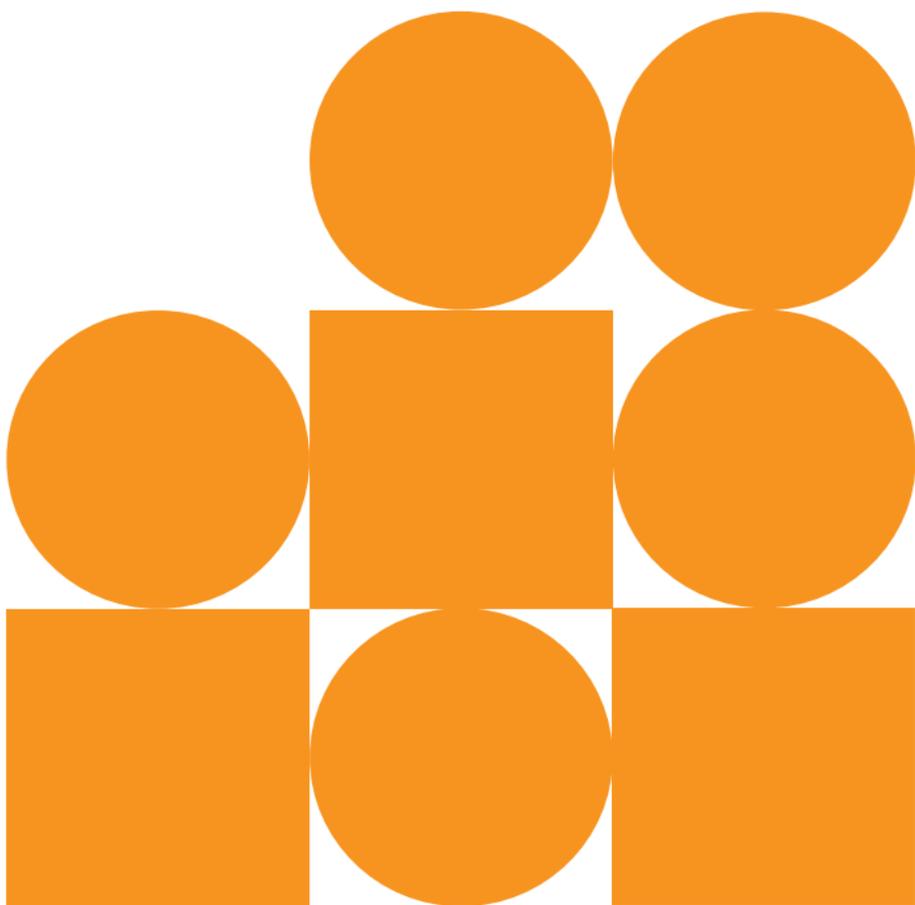
教育实践
系列

31

数学焦虑

丹尼斯·苏奇
艾琳·马马雷拉 作

张莉 译



翻译免责声明

国际教育局和国际教育学会借此机会向所有提供其他语言翻译的学者表示深切的感谢。但是，要指出的是，尽管国际教育局和国际教育学会对这些翻译进行了评估，翻译准确性的最终责任仍然完全由译者承担。

编辑委员

教育实践系列

联合主席：

曼塔塞莎·马若佩

联合国教科文组织国际教育局 主任

斯黛拉·沃斯尼亚杜

澳大利亚南澳弗林德斯大学

成员：

洛林·安德森

美国南卡罗莱纳大学

玛丽亚·伊巴罗拉

墨西哥国家工业研究所

执行编辑：

西蒙娜·波帕

瑞士联合国教科文组织国际教育局

国际教育学会

国际教育学会（IAE）是一个非营利的科学协会，旨在促进教育研究及其传播与实施。该学会成立于1986年，致力于加强研究的贡献，解决世界各地的关键教育问题，并在决策者、研究人员和实践者之间提供更好的沟通和交流。

该学会位于比利时布鲁塞尔的皇家科学、文学和艺术学院，其协调中心位于澳大利亚珀斯的科廷理工大学。

国际教育学会的总体目标是培养所有教育领域的学术精英。为此，该学会及时综合了具有国际重要性的研究证据。该学会还对研究及其证据基础以及在政策上的应用提出了评论。

学院现任董事会成员为：

- | | |
|------------------|------------------|
| 道格·威尔姆斯 | 加拿大新不伦瑞克大学（主席） |
| 巴里·弗雷泽 | 澳大利亚科廷科技大学（执行理事） |
| 洛林·安德森 | 美国南卡罗来纳大学（当选主席） |
| 玛丽亚·伊巴罗拉 | 墨西哥国家工业研究所（前任主席） |
| 马克·德佩 | 比利时鲁汶大学 |
| 卡德里耶·艾尔西坎 | 加拿大英属哥伦比亚大学 |
| 古斯塔沃·菲施曼 | 美国亚利桑那州立大学 |

国际教育局

国际教育局（IBE）由领先的瑞士教育者于1925年成立，是一个私人的非政府组织，旨在提供知识型领导并促进国际教育合作。1929年，国际教育局成为教育领域的第一个政府间组织。同时，日内瓦大学心理学教授让·皮亚杰被任命为主任，他领导国际教育局40年，佩德罗·罗塞洛担任副主任。

1969年，国际教育局成为联合国教科文组织（UNESCO）的组成部分，同时保留了知识和职能上的自主权。

国际教育局是联合国教科文组织的 I 类研究机构，也是课程和相关事务的卓越中心。它的任务是增强会员国的设计、开发和实施课程能力，以确保教育和学习系统的公平性、质量、发展相关性和资源效率。

国际教育局-联合国教科文组织（IBE-UNESCO）在战略上的任务授权定位为支持会员国实施发展目标的努力，包括第4可持续发展目标（SDG4）、对所有人的素质教育、以及实际上取决于在有效的教育和学习系统取得的成功的其他可持续发展目标。

关于教育实践系列

该系列始于2002年，是国际教育学院和国际教育局之间的合作项目。迄今为止，已经以英语出版了30本小册子，其中大部分已经翻译成其他几种语言。该系列的成功表明这些小册子满足了教育中实践相关的基于研究的信息需求。

该系列也是国际教育局努力建立全球伙伴关系的结果，该伙伴关系认可知识经纪的作用是提升决策者和不同从业者从实质性获取到前沿知识的关键机制。越来越多地获得相关知识也可以使教育从业人员、政策制定者和政府了解这些知识如何帮助他们解决紧迫的国际关注问题，包括但不限于课程、教学、学习、评估、移民、冲突、就业和公平发展。

各国政府必须确保其教育系统满足其核心和无可争辩的任务，即促进学习、并最终培养有效的终身学习者。随着21世纪情境变化的迅猛步伐，终身学习成为适应能力、适应敏捷性以及应对挑战和机遇所需的应变能力的重要来源。然而，对于世界许多国家而言，有效地促进学习仍然是一项艰巨的挑战。学习产出仍然很差且不公平。难以接受的高比例的学习者无法获得终身学习的必备能力，例如可持续的读写能力、数字素养、批判性思维、沟通、问题解决能力以及就业能力和生活能力。但是，教育系统在促进学习方面的失败与教育研究的瞩目进步并存，这些进步由来自于多个领域的研究驱动，包括学习科学，特别是学习的神经科学以及技术的进步。

国际教育局的知识经纪活动致力于缩小学习科学和它在教育政策和实践应用之间的差距。该活动坚定认为对学习的更深入理解应改善终身学习的教学、学习、评估和政策。为了有效地设想和指导所需的改进，决策者和实践者必须充分意识到与研究的重大对话。

国际教育局认识到已取得的进步，也认识到仍然有更多的工作要做。未来的工作必须通过牢固的伙伴关系以及在前期经验教训和持续知识共享基础上的合作承诺来实现。

《教育实践》手册阐述了国际教育学院和国际教育局一直在做的努力，旨在向教育政策制定者和从业者介绍最新的研究成果，以便他们可以更好地做出与课程开发、教学、学习、评估有关的决策及相应的干预措施。

《教育实践》系列中的以前的主题:

1. 教学. 杰里·布罗菲. 第36页
2. 父母和学习. 山姆·雷丁. 第36页
3. 有效教育实践. 赫伯特·沃尔伯格, 苏珊·派克. 第24页
4. 提高学生的数学成绩. 道格拉斯·格劳斯, 克里斯汀·塞布拉. 第48页
5. 辅导. 基思·托平. 第36页
6. 教授额外的语言. 艾略特·贾德, 丽华·谭, 赫伯特·沃尔伯格. 第24页
7. 孩子们如何学习. 斯黛拉·沃斯尼亚杜. 第32页
8. 预防行为问题: 什么是有效的. 莎朗·福斯特, 帕特里夏·布伦南, 安东尼·比格兰, 琳娜·王, 苏艾德·盖斯. 第30页
9. 在学校预防艾滋病毒/艾滋病. 伊农·申克, 珍妮·尼伦达. 第32页
10. 学习的动机. 莫妮克·波卡特. 第28页
11. 学术和社交情感学习. 莫里斯·埃里亚斯. 第31页
12. 教授阅读. 伊丽莎白·庞, 安加鲁基·穆艾卡, 伊丽莎白·伯恩哈特, 迈克尔·卡米尔. 第23页
13. 推广学前语言. 约翰·莱伯特, 凯瑟琳·戈特弗雷德. 第27页
14. 教授口语、听力和写作. 特鲁迪·华莱士, 温尼弗雷德·斯塔里哈, 赫伯特·沃尔伯格. 第19页
15. 使用新媒体. 克拉拉·仲薇·施, 大卫·维克利. 第23页
16. 创建一所安全而热情的学校. 约翰·梅耶. 第27页
17. 教授科学. 约翰·斯塔弗. 第26页
18. 教师专业学习与发展. 海伦·蒂姆佩利. 第31页
19. 有效的数学教学法. 格兰达·安东尼, 玛格丽特·沃尔肖. 第30页
20. 教授其他语言. 伊丽莎白·伯恩哈特. 第29页
21. 教导原则. 巴拉克·罗森辛. 第31页
22. 教学分数. 丽莎·法齐奥, 罗伯特·西格勒. 第25页
23. 有效的社会科学教学法. 克莱尔·西尼玛, 格莱姆·艾特肯. 第32页
24. 情绪与学习. 莱因哈德·佩克伦. 第30页
25. 培养创新思维. 帕纳吉奥蒂斯·坎皮利斯, 埃莱尼·贝基. 第26页
26. 理解并促进智力发展. 安德烈亚斯·德米特里, 康斯缇娜斯·克里斯托. 第31页
27. 任务、教学和学习: 改善经济弱势学生的教育质量. 洛林·安德森, 安娜·佩希坎. 第30页

28. 在二十一世纪进行学习的指导原则. 康拉德·休斯, 克莱门蒂娜·阿塞多. 第24页
29. 负责任的谈话: 教育对话建立了思想. 劳伦·瑞斯尼克, 克里斯塔·阿斯特拉姆, 谢里斯·克拉克. 第32页
30. 比例推理. 威姆·范·多伦, 威尼尔·威姆维克西, 利文·韦沙弗. 第30页

这些主题可以从IEA→<http://www.iaoed.org>或IBE→ <http://www.ibe.unesco.org/publications.htm>的网站上下载, 也可以从以下地址索取纸质副本: IBE Publications Unit, P.O. Box 199, 1211 Geneva 20, Switzerland。请注意, 一些书目现已绝版, 但可以从上述IEA和IBE网站下载。

目录

5	国际教育学院
7	国际教育局
8	关于教育实践系列
14	前言
16	1. 如何知道学生有数学焦虑?
18	2. 数学焦虑与其他形式的焦虑不同, 在中学时期与普通焦虑的区别更加明显。
20	3. 数学焦虑导致与任务无关的想法, 这些想法负向干扰了解决问题所需的脑力资源。
22	4. 女孩经常表现出比男孩更高的数学焦虑水平, 即使他们的数学成绩没有什么差别。
24	5. 在感觉不佳的数学表现与数学焦虑之间可能会形成恶性循环。
26	6. 情绪的和认知的数学问题是截然不同的。
28	7. 经历的解释对于数学焦虑的产生至关重要。
30	8. 教师和学校环境对于改造数学焦虑至关重要。
32	结论

前言

许多学生对数学有衰弱的情绪反应，称之为“数学焦虑”。

数学经常被许多学生、家长和教师视为困难科目。这种困难往往归因于认知因素（能力、准备、实践、知识的缺乏）。情绪因素经常被忽略，并且很容易被否认为数学学习困难潜在持久的、严重的原因。但是，心理学和教育界越来越认识到，一些学生对数学产生了严重的负面情绪反应。这些情绪问题可能会导致学生成绩较差，并且（或者）成为学习障碍。即使成绩很好，这种障碍也会阻碍他们接受进一步的数学培训。

这种对数学衰弱的情绪反应被称为“数学焦虑”（MA）。数学焦虑是“一种紧张和焦虑的感觉，它会在普通生活、学业环境……中干扰数字处理和数学问题的解决”（理查森与逊尼，1972年）。

数学焦虑的范围从轻度紧张的感觉到强烈的恐惧感。数学焦虑不仅限于课堂情境中或不仅限于儿童。相反，数学焦虑可以广泛存在于校外情境中并且可以影响到成年人。例如，数学焦虑可以在处理数字的日常情境中表现出来，比如在商店中计算找零或在时间紧迫情况下做基础数学。数学焦虑经常发生在成绩正常的学生中，这使他们不愿去选择数学相关的职业。目前尚无针对数学焦虑的结构化普遍干预计划。我们在此建议的大多数活动都是基于认知行为疗法（CBT）和理性情绪行为疗法（REBT）的原理。这些方法可帮助个人鉴别自欺欺人的想法和感受，挑战这些感受的合理性，并用更有成效的信念去取代它们。

建议阅读: Ashcraft, 2003; Dowker, 2005; Mammarella, Caviola, Dowker, 2019; Richardson, Suinn, 1972.

1. 如何知道学生有数学焦虑？

教师可能会对学生的数学焦虑有自己的宝贵印象。定量问卷调查可以帮助教师根据标准比较学生的数学焦虑水平。

研究发现

- 在教育 and 心理研究中，学业焦虑通常由问卷调查确定（值得注意的是，学业焦虑不认为属于临床焦虑失调症）。
简略版数学焦虑量表（AMAS）是一个9项成人调查问卷，现已修订为可用于8-13岁的儿童。修订后的简略版数学焦虑量表（mAMAS）可在网上免费获得，无需特别许可即可使用（参见 Carey, Hill, Devine 和 Szűcs 的补充材料，2017年）。九个问题中的每一个都会得出0到5之间的一个分数。分数越高意味着数学焦虑的水平越高。mAMAS有两个子量表，一个量表关注与数学学习相关的焦虑，另一个关于数学考试（评估）相关的焦虑。这些量表高度相关，但可以考虑用来衡量同一数学焦虑结构的不同方面。
- 在mAMAS中得分前10%的儿童可以合理考虑为具有较高的数学焦虑水平。
测试分数的界限是任意设置的，并且还取决于文化环境。例如，在某些国家，女孩和男孩承认自己焦虑可能比在其他国家中更容易或更难。因此，在一个国家大规模使用该量表之前，建议收集数百或数千名儿童的基线得分数据。该数据将使用户能够确定什么分数阈值表征了该文化中最具有数学焦虑的前10%的儿童。如果没有这种验证工作，应谨慎解释个人分数。验证工作通常由当地大学和研究机构完成。

在教室里

- 使用mAMAS的教师可以衡量整体数学焦虑和它的两个方面。除问题1以外，mAMAS的奇数（3、5、7和9）问题衡量数学学习焦虑，这意味着学生感到紧张并担忧学习新的数学概念。偶数问题可衡量数学评估的焦虑程度，这意味着学生对评估他们成绩的数学考试或家庭作业感到焦虑。
- 在许多国家或地区都没有问卷调查表，在任何情况下使用有关数学焦虑的多种信息源都是有帮助的。教师对数学焦虑的表现和原因的印象很重要。老师可以通过与学生聊天并观察学生的行为来探索这些行为。当需要快速或在课堂上解决数学问题时，焦虑通常会加剧。如果学生总是在这些情境下失败或一直逃避这些情境，教师则应更加关注学生对数学的情绪。老师可以询问家长，孩子在数学考试之前是否睡得好，或者上学前，特别是上数学课前，有没有肚子疼或头痛。有些学生觉得自己独立工作很自在，但是在课堂上却相反。这可能表现为良好的家庭作业成绩与同龄人前较差表现之间的反差。这种情况表明该学生可能具有一定程度的数学焦虑。
如果老师对具有高度数学焦虑的学生有印象，可以向学生家长建议系统地评估数学焦虑水平。这种评估通常由受过训练可以执行高质量评估的学校心理专家来执行。
- 问卷回答代表受法律保护的个人数据。除非地区法律法规允许，否则不得与任何人共享。

建议阅读： Carey, Hill, Devine, Szűcs, 2017; Hopko, Mahadevan, Bare, Hunt, 2003.

2. 数学焦虑与其他形式的焦虑不同，在中学时期与一般性焦虑的区别更加明显。

区分日常事件的一般性焦虑，任何考试情境下的考试焦虑和数学焦虑很重要。

研究发现

- 数学焦虑，一般性焦虑和考试焦虑是焦虑的不同形式。一般性焦虑是指个人对日常情况感到焦虑的趋势。例如，具有一般性焦虑的人可能会担心自己的健康状况、家庭状况以及对日常生活的简单决定。考试焦虑不仅对数学，还指对所有类型的考试情形的焦虑。高度一般性焦虑和考试焦虑的儿童往往倾向于具有高度的数学焦虑。但是，三种焦虑形式是截然不同的。
- 从小学到中学，学业型（考试和数学焦虑）和非学业型（一般性）焦虑区别越来越大。在中小学，数学焦虑程度越高，数学成绩越差。在8-9岁的小学生中，一般性焦虑，考试焦虑，数学焦虑以及它们与数学成绩的相关性非常相似：如果孩子表现出较高的一般性焦虑，他们的考试和数学焦虑程度也可能很高。所有这些焦虑程度越高，数学成绩就越差。但是，在11-13岁的中学儿童中，情况有所不同。在这个年龄段，一些孩子表现出较高水平的一般性焦虑，但考试和数学焦虑水平较低，而其他孩子表现出较高水平的数学和考试焦虑，但一般性焦虑水平较低。第二组儿童的数学分数是最低的。这表明中学阶段对一般性焦虑和学业焦虑的区分程度更高。
- 数学焦虑在不同的孩子中以不同的方式发展。一些孩子上小学时就有较高程度一般性焦虑。到中学时，他们中仍有一些孩子有很高的一般性焦虑，但不一定有学业焦虑。然而，其他最初具有较高一般性焦虑的孩子可能会发展出更特定的学业焦虑，而最终对日常事件的焦虑程度降低。

在教室里

- 区分数学焦虑，考试焦虑和一般性焦虑很重要。
尽管上述焦虑形式是相关的，这并不意味着数学焦虑较高的学生也具有较高的一般性焦虑，反之亦然。这些形式的焦虑之间的关系可以用危险因素来解释：一种类型的焦虑（例如，一般性焦虑）的存在会增加学生发展其他相关形式的焦虑（考试焦虑或数学）的可能性。
- 在教育环境中，通过早期学校干预来预防高度的一般性焦虑至关重要。
教师可以在学校和学生尽早开始谈论情绪。老师可以要求学生列出学校中的威胁性情境。如果许多学生将某个情境列为威胁，可以讨论这些情境的性质，学校心理学家则可能会进行更系统的评估。
- 对教师来说，了解学生焦虑的强度很重要。
学生应意识到适度的焦虑可能是积极的，并且可以提高表现。当焦虑感达到极高水平时，就会成为一种消极的力量，并导致学生的停滞或逃跑（回避）。当学生被许多负面和无关紧要的想法所困扰时，他们就会停滞不前，阻碍了任务的执行。学生也会因为担心无法应付任务从而逃避任务。

建议阅读： Hill, Mammarella, Devine, Caviola, Passolunghi, Szűcs, 2016; Carey, Devine, Hill, Szűcs, 2017

3. 数学焦虑导致与任务无关的想法，这些想法负向干扰了解决问题所需的脑力资源。

教师应帮助学生了解与工作无关的焦虑想法会对成绩产生负面影响。

研究发现

- 学生的数学焦虑程度越高，数学成绩就越差。
2012年，国际学生评估计划（PISA）在全球范围内测试了15岁学生的学习成绩。在64个教育系统中，有63个测试结果为数学焦虑水平越高，数学成绩就越低。值得注意的是，这种样本水平的关联并不意味着所有具有较高程度数学焦虑的学生都是差生（请参见第7节）。
- 较高的数学焦虑与较差的数学成绩有关，因为孩子们往往会担心自己，而不是专心解决问题。
由于数学焦虑儿童可能会被自己感觉的无法解决手头的数学任务所预先困扰，他们可能会认为如果成绩不好将被父母惩罚，或者可能预想到同伴会对他们做出负面反应。这些担忧会占用所谓的工作记忆，从而不能保留足够的记忆空间来解决手头的数学问题（工作记忆是大脑维持和操作信息的脑力容量）。与较简单的任务相比，较困难的数学任务通常需要更多的工作记忆容量。因此，由数学焦虑引起的工作记忆中断会对更难而不是更简单的数学问题的表现产生更多潜在的负面影响。

在教室里

- 教师应帮助学生认识到与任务无关的想法会如何影响他们的成绩。
解决数学问题时，具有较强数学焦虑感的学生会预想负面的事情将要发生（缺乏成功；任务太困难；同学取笑他们，等等）。意识到这些想法的负面影响有助于学生理解成绩下降并不是因为他们没有能力。

- 教师应该给孩子们机会，谈论他们的情绪以及与焦虑状况相关的想法。考虑到负面思想和情绪的影响，讨论的时间可以很充裕，并有可能由于提高了儿童的元认知意识进而提高孩子成绩而有所回报。
- 教师可以帮助学生理解在学习和数学实验过程中犯错误是完全自然的，错误甚至可以帮助将来的理解。在这种情况下查看他们的表现可能有助于提高学生的自我能力。察觉到数学上“谜题解决”能力可能会激发学生对该学科的兴趣。
- 老师可以帮助年长的学生意识到思想、情感和行为之间的关系。这种意识可以帮助学生摆脱负面的想法。当负面思想变得过于强烈时，每个学生都可以选择一个句子来使用（例如，“停止思考”、“思考正面”、“深呼吸”）。但是，这种方法可能不适用于年龄较小的学生（6-8岁），因为他们的元认知仍然不发达。

教师可以要求学生分小组工作，并写下他们对在学校遇到的困难处境的想法。让不教数学的老师参与此项活动可能会很有用，这样学生可以自由地表达自己的想法。教师可以举例说明与情境有关的最“有用”和积极的想法。一个“有用的”想法的例子可以是“我担心数学考试，但是这次我努力学习，如果保持冷静，我就能成功”。然后可以要求学生为每个“坏想法”找到一个“有用的想法”，并写下这些积极的想法。

4.

女孩经常表现出比男孩更高的数学焦虑水平，即使他们的数学成绩没有什么差别。

由于数学上关于性别的刻板成见、女孩对焦虑的易感性以及她们对数学焦虑更准确的报告，女孩的数学焦虑水平可能高于男孩。

研究发现

- 在许多文化中，女孩的平均数学焦虑水平往往高于男孩。小学2-3年级中已经存在数学焦虑的性别差距。与此相反，这些年级的女孩和男孩通常在数学上可以达到相同的水平。因此，数学成绩的客观指标差异不太可能导致女孩的数学焦虑水平高于男孩。
- 在许多社会中普遍有与数学和科学的能力和适应性相关的性别刻板成见。科学和数学通常被认为是男性领域，这导致了强烈的性别成见。遭受成见威胁是诱发女孩数学焦虑的重要因素。成见威胁是当一个人处于这样的情形下，即他/她感到有风险确认关于其社交群体的负面刻板印象。例如，刻板印象可能是“女孩对数学的理解不佳”。如果在数学考试之前表达性别成见（例如，播放一个女孩在数学题上苦苦挣扎的视频），女孩的考试成绩就可能受到负面影响。
- 女孩的数学自信心和自我效能感通常比男孩低。自信是指对自己实现目标的能力的信任。自我效能感定义为如何应付预期情况的个人判断。具有高自我效能感的学生将不断努力，以取得成功为目标。而低的数学自我效能感和自信心与较高的数学焦虑有关。
- 女孩通常比男孩更焦虑，她们也可能比男孩更准确地报告数学焦虑。除了较高的数学焦虑水平，女孩通常还报告有比男孩更高的一般性焦虑和考试焦虑。她们较高的焦虑水平可能使她们比男孩

更容易发展数学焦虑。此外，与同年龄的男孩相比，女孩的元认知准备度更高。因此，女孩可能比男孩更准确地报告自己的焦虑感。从文化上讲，女孩比男孩更容易接受自己的焦虑。在许多文化中，男孩比女孩更能抑制自己的情绪。值得注意的是，如果女孩感到焦虑，这种感觉可能会严重影响她们的表现。

在教室里

- 应对数学焦虑的混合性别小组讨论对女孩特别有帮助。在讨论中，女孩可以认识到男同学处理数学焦虑的不同方式。在讨论此主题期间，教师可以在不考虑性别差异的情况下，加强运作良好的数学焦虑应对策略。
- 教师应了解自己对于数学的性别能力信念。有时，老师无意间强化了关于男孩女孩能够学什么的传统观念。这限制了女孩在数学上的潜力。教师可以组成小组讨论自己对数学的性别刻板成见。
- 教师应避免将成绩归因于孩子的性别。相反，教师应进行个人（不分性别）的表现评估。现有的关于数学学习的性别刻板成见可以通过反成见的现实例子来解决（例如，“我的女儿正在数学学院学习。”；“他的妹妹拥有软件工程学位。”）。如果女孩将自己的表现不佳归因于女性，教师可以借此机会与全班同学一起讨论刻板成见及其负面影响。
- 学校应平等地向男孩和女孩推广STEM课程。教师应鼓励所有学生打破关于数学学习的性别定型观念。重要的是要记住，在父母之后，老师可能是孩子最重要参照人物，他们的信念和期望强烈影响着孩子的行为和表现。

建议阅读: Beilock, Gunderson, Ramirez, and Levine, 2010; Dweck, 2007; Zirk, Lamptey, Devine, Haggard, and Szűcs, 2013.

5. 在感觉不佳的数学表现与数学焦虑之间可能会形成恶性循环。

逐步建立信心在对抗数学焦虑方面至关重要。

研究发现

- 相对较差的数学表现和较强的数学焦虑可能会互相影响。有些人认为成绩不佳会导致较高的数学焦虑。其他人则认为高度数学焦虑会导致成绩不好。这些观点不是相互排斥的。首先，两种因果关系可能对不同的孩子是正确的。其次，数学焦虑和自认为不好的数学表现之间可能会形成一个恶性循环：一些孩子首先可能会深信他们听不懂数学。这种信念可能会导致数学焦虑，逃避数学补习和选修数学课。逃避补习会导致（父母、老师或孩子自己所期望的）相对差的成绩，这证实和扩大了孩子的数学焦虑。加深的数学焦虑可能导致对数学的进一步厌恶等等。重要的是要意识到基本事实是孩子自己主观感知到的成绩水平。表现良好的学生甚至可以将自己与班上一流的学生作比较，或者可以有不切实际的期望。
- 有认知数学学习困难的孩子患高度数学焦虑的机会是其他孩子的两倍。
有特定数学学习困难（MLD）的孩子更有可能形成这种恶性循环，他们可能会对自己的表现产生极端的负面反馈。确实，根据我们的定义，在数学焦虑量表评分中得分最高的10%的儿童具有高度数学焦虑，而其中数学学习困难的儿童亚组中有22%的儿童具有高度数学焦虑。

在教室里

- 教师的目标应在理解学生对数学的信念。
学生的信念可以被逐步修正，使其与不断提高的成绩目标保持一致。老师可以列出学生对数学学习的信念。此列表可能包含一些错误的看法（例如，如果您在几分钟内找不到正确的数学问题答案，那么您将永远无法解决该问题）。老师可以与学生讨论答案，并提供给他们真实的例子，证明某些看法其实是错误的。这项活动可能会启动学生自我胜任感的提升（自我胜任感是指在学业领域的感知能力）。

- 反馈应该承认学生所付出的努力和取得的进步，而不是简单地将学生的成绩与参照儿童或班级进行比较。
即使解决方案失败或不完善，也应始终赞扬学生的努力和奉献精神。反馈应该强调学习到的新概念和付出的努力，而不是学生的成绩。反馈应该关注解决方案的过程，而不仅仅是最终答案的正确或错误状态。当然，正确地回答数学问题很重要。但是，为了提高自我竞争能力，应该帮助学生了解距正确解决方案还有多远，以及他们仍需要付出多少努力才能实现这一解决方案。
- 给数学学习困难的学生布置作业应至少涉及一些他们可以正确解决的任务。
根据能够完成特定任务的个人感觉，数学学习困难学生的自我效能感和自信心可以有所提高。成绩目标应以尽可能小的步骤增高。这将逐步建立对数学的自信心和自我效能感。如果孩子在某些问题上持续失败，教师应努力将这些问题与其他已经很好解决的问题联系起来。
- 数学学习困难和高度数学焦虑的学生应尽可能避免时间压力。
避免时间压力至少会降低数学焦虑水平，从而释放出脑力资源来专注于手头的任务。
- 当提出新的数学概念时，可以给出具体的例子。
可以要求学生发现不同的策略以找到正确的答案。如果在课堂上一种解决方法比另一种解决方法更可取（例如，因为它更快），则应确保学生理解这些替代方法，以及为什么某种特定的方法是优先使用的。

建议阅读: Carey, Hill, Devine, Szűcs, 2016; Mammarella, Donolato, Caviola, Giofre, 2018; Devine, Hill, Carey, Szűcs, 2018.

6. 情绪的和认知的数学问题是截然不同的。

需要采取不同的干预措施来解决认知与情绪起源的数学学习问题。

研究发现

- 高度数学焦虑的儿童中约有80%是高成就者。
人们经常误以为只有非常差成就的人才会显示出高的数学焦虑水平。但是，大约80%的高度数学焦虑的孩子也是数学成绩出色的孩子。对这些孩子的数学焦虑和潜在情感障碍处理至关重要。值得注意的是，虽然适度的焦虑可以提高表现，但上述儿童的数学焦虑水平较高并不是适度水平。如此高的数学焦虑水平更有可能带来一些负面而非正面的后果。确实，高度数学焦虑的最显着影响是在深度焦虑下缺乏表现非常出色的学生，而不是在数学焦虑很高的水平上有很多成绩很差的学生。我们可以推测，数学焦虑可能会阻止正常能力的孩子发挥其数学潜能。
- 成绩不佳的儿童中约有80%没有高度的数学焦虑。
数学学习困难或“发育障碍”（DD）的儿童中有80%的数学焦虑程度也不高（请参阅第6节）。这可能意味着，成绩不佳的孩子没有与数学上的好或差有关的内在价值，他们也不期盼父母对他们数学成绩有关的任何消极或积极的反应。有些数学成绩较差的孩子也可能根本缺乏自我反思的元认知能力。
- 数学焦虑的高成就者最有退出选修数学课的风险。
由于他们高水平的数学焦虑，这些原本很有能力的孩子可能会一点一点地退出选修数学教育的机会。他们可能只会选择尽可能少的数学知识去学习（取决于父母和老师的期望）。即使他们喜欢，也可能不会冒险从事与数学有关的职业。

在教室里

- 在数学方面表现良好的学生中，教师应提防出现高数学焦虑的迹象。例如，一些表现良好的孩子可能会固执地拒绝继续接受数学教育的机会。这可能是较高的数学焦虑的迹象（当然，有些孩子可能真的只是相比数学相关的职业而言更偏爱其他的职业选项）。
- 教师应该花些力气来理解学生如何看重数学。教师可以在考试前后收集评估和学生表现的自我评价（例如，通过问卷调查），并将其与实际考试结果进行匿名比较。在表现一般或良好的学生中，学生对数学的重视程度越高，其数学焦虑程度可能就越高（对这些学生来说，数学考试代表一种高风险活动）。相反，成绩较差的人可能对数学并不太重视。匿名评估、自我评价以及它们与实际结果的关系可以在课堂上讨论。总体而言，能力信念可能会减轻数学焦虑的影响。因此，小组讨论对于产生不同的观点是有用的，并且对于能力信念和实际表现之间有差异的学生也是间接洞察的和有用的。
- 在可能的情况下，数学练习应与现实情况相关联。特别是对于较弱的学生，重要的是要看到数学既有趣又实用。在较小的儿童中，演示或要求在日常情况下使用数学的嬉戏游戏可能有助于缓解数学焦虑。作业和任务应力求重现真实生活场景。教师还可以询问学生他们在生活中想从事哪些职业，并要求学生讨论数学可以通过哪些方式帮助他们成功地进行职业选择。这可能有助于提高学生学习的内在动力。

建议阅读: Chouinard, Karsenti, Roy, 2007; Devine, Hill, Carey, Szűcs, 2018.

7. 经历的解释对于数学焦虑的产生至关重要。

低和高数学焦虑的学生在学校中经历相似，但是他们对所经历事件的解释不同。

研究发现

- 拥有低和高数学焦虑的学生对学校经历的解释是不同的。
一项访谈研究发现，许多具有较高数学焦虑的小学生认为数学要求的作业超出了他们的能力范围。接近一半的数学焦虑程度较高的学生害怕在课堂上被问到数学问题，但是大多数数学焦虑程度较低的学生却没有这种经验。与同龄人和兄弟姐妹进行不利的作业比较触发了数学焦虑。有时候，姐姐或哥哥的成功给弟弟妹妹施加了很大的压力，要求他们取得高水平的成绩。
- 挑战增加可能会触发数学焦虑。
一些学生在遇到比以往更具挑战性的工作时失去了信心。当孩子们被置于比以前赋予更高期望的高成就组中，便可能发生这种情况。“.....在7年级时我处于中等组，但我其实是班上的佼佼者.....当她把我移到更高组时.....我的信心就直线下降了.....因为我意识到其他人都非常聪明，而且排在榜首。他们比我学到了更多的东西。”—摘自一名12-13岁女学生的访谈。
高数学焦虑的年龄较大学生（12-13岁）通常指的是相对于小学学习经验而言，数学难度增加以及作业量增加。他们还常常认为中学的成绩风险比小学的高，这可能导致数学焦虑水平上升。
- 对经历和适应力的积极解释可以预防数学焦虑。
与数学高度焦虑的学生相反，数学焦虑水平较低的学生通常从积极的角度解释他们的负面经历，常常指出韧性和高自我效能对于克服所有儿童所面临挑战的重要性。
“有时我的思想有些困惑.....我感到非常沮丧.....但是两天之后.....一切都进入了我的头脑，我知道了一切。”—摘自一名9-10岁女学生的访谈。

在教室里

- 将孩子分配到学习小组中必须格外谨慎。
分组的叙事应该是积极的，可以激励成绩不佳的学生赶上来。
当将学生转移到成绩较高的小组时，应对他们单独澄清对他们的期望是切合实际的。
- 在可能的情况下，有时创建混合能力的学生作业小组可能是明智的。
能力较低的学生可以从与成绩较高的学生一起工作中受益，因为成绩较高的同龄人可以向他们解释他们的策略。高成就者可以从与低成就者的合作中通过改善亲社会态度受益，对策略的解释还可以他们的提高元认知能力。
- 在可能的情况下，有时创建混合能力的学生作业小组可能是明智的。
能力较低的学生可以从与成绩较高的学生一起工作中受益，因为成绩较高的同龄人可以向他们解释他们的策略。高成就者可以从与低成就者的合作中通过改善亲社会态度受益，对策略的解释还可以他们的提高元认知能力。
- 孩子们应该明白，相比良好的数学，好的考试结果更要求对问题的快速反应。
一些学生可能会对发现数学规律而着迷，而他们可能不喜欢或可能不理解在时间压力下工作的重要性。老师应该帮助孩子们理解快速求解速度（通常需要良好的考试结果）和发现数学（通常与创造力相关）之间的区别。
- 应该强调持续和集中工作的价值。正如上面的最后一次采访摘录所示，毅力对于进步至关重要。

8. 教师和学校环境对于改造数学焦虑至关重要。

教师自我评估和教师培训是降低数学焦虑的关键。

研究发现

- 中学阶段会引起特定的学业焦虑。
正如第3节所讨论的，从小学到中学，数学焦虑变得更加具体。在这种环境下，老师是最重要的人物和榜样。
- 许多小学老师可能有高度数学焦虑，这可能会转移给他们的学生。
至少在美国，（主要是女性）小学实习教师报告了大学专业中最高的数学焦虑水平。教师有意识或无意识的性别能力信念和数学焦虑感会影响学生的性别能力信念和数学焦虑感。当女老师的数学焦虑水平很高时，女学生的表现往往会下降。
- 与小學生相比，更多的中学生提到与老师的负面人际关系是他们数学焦虑的原因。
- 在小学，一个经常提到的数学焦虑的起因是学生被老师或父母所教的不同方法所迷惑时会引起数学焦虑。

在教室里

- 教师应评估自己是否具有较高的数学焦虑。
教师应意识到，如果他们具有高度的数学焦虑感并对数学怀有坚定的性别能力信念，这可能会对学生的数学表现产生负面影响。
- 学校应优先考虑实施培训计划以缩小学科知识和教学方法训练之间的差距。
学科知识的不确定性可能会诱发教师的数学焦虑感。培训计划可以明确地处理老师的数学焦虑问题（例如，通过诚实的小组讨论）。一些学校可能很难聘请资格良好的数学老师。这类学校可以组织会议，让经验更丰富或更有资历的同事可以分享他们的经验和学科知识。对于那些数学知识较少的老师，这些事件本身不应成为引发焦虑的诱因，目标应该是在上课之前彻底和诚实地讨论要施教的材料。

- 教师应将具有挑战性的（可能是数学焦虑引发的）学生问题视为成长和学习的机会。
孩子们会注意到不确定性，他们可能会对此感到困惑。在互联网时代，很容易在网上经常找到内行数学家对任何问题的答案（例如，Wikipedia.org或quora.com是极好的资源）。这也为数学老师提供了前所未有的成长机会。
- 教师应评估自己的沟通技巧，并找出可能存在的差距。
教学可能是一项艰巨而紧张的工作，需要不断的复杂的沟通。教师应定期评估他们在保持平衡沟通中取得的成功，并在必要时改变他们的策略。
- 教师应致力于与孩子们公平沟通，以解决问题。
和所有人一样，老师也有自己的个人喜好。如果教师意识到自己不喜欢某个学生，则应着眼于了解自己情绪的原因，并确保他们的交流策略不会因个人喜好而不利于任何学生。
- 学校应选定施教于孩子们的最佳实践教学方法和解决方案。
一些教师可能会根据他们的学科知识以及他们自己在培训中学到的知识，使用比其他教师更好或更易获得的方法来进行教学。应与孩子们讨论并明确说明倾向选择特殊策略的理由。

建议阅读: Park, Ramirez, Beilock, 2014; Carey, Devine, Hill, McLellan, Szűcs, 2019.

结论

高度数学焦虑具有短期、中期和长期影响。在短期内，学生的表现可能会受到影响，因为数学焦虑感引起的与任务无关的想法会干扰其表现。这种表现下降可能会特别影响需要更多脑力资源的难题。这符合以下事实：许多本来表现良好的学生都显示出较高的数学焦虑感，而他们很少表现出高水平的成绩。从中期来看，数学上极度焦虑的学生将逃避在学校选修数学的教育机会。相对于选修数学课的同龄人，这种逃避显然会阻碍他们的成就水平。然后，较低的成就水平可以进一步证明学生的高度数学焦虑。从长期来看，数学焦虑的学生将避免与数学相关的STEM职业机会。在童年以后，数学严重焦虑的成年人可能会经历较低的生活质量（例如，仅是由于在商店中快速计算总价所造成的压力），并且可能回避具有潜在负面结果的与数学相关的情况（例如，正确反映其抵押贷款或信用卡付款）。

如前所示，高度数学焦虑感可以出现在不同的学生群体中：首先，认知数学学习困难的低成就者比其他孩子获得高数学焦虑的机会要高出一倍。这些孩子特别有可能在非常差的成绩和较高的数学焦虑产生的负面反馈之间形成恶性循环。其次，绝大多数（接近80%）的数学焦虑高发儿童是成就较高的儿童。尽管这些孩子在考试中表现良好，但他们的高度数学焦虑感可能使他们无法参加可选的或进一步的数学教育以及选择与数学相关的职业，即使他们对这样的职业感兴趣并且能够完全为了这些职业而学习。最后，女性尤其有发展高度数学焦虑的危险。造成这种情况的最重要原因可能是关于数学不是女性领域的刻板印象的存在。此外，女孩似乎总体上容易患上较高的（报告的）焦虑水平。这些较高的焦虑水平也可能使她们比男孩更容易患上较高的数学焦虑。这些较高的焦虑水平可能以某种方式在社会上得以构建，但确切的机制仍有待观察。

以上三组（认知数学学习困难的低成就学生、具有数学焦虑的高成就学生、女孩）可能需要采取不同的主要干预措施来预防和减轻其数学焦虑。成绩欠佳的人可能会受益于逐步提高的成绩，从而增强对数学的自信心和自我效能感。具有较高数学焦虑感的较高成就者可能主要受益于元认知技能的提高，并且能够将其成绩水平与对数学的担忧区分开。一些高成就的学生可能需要在课堂上对公开表现进行焦虑管理，如果将他们置于较高能力的小组中，则可能会提高他们的自信心（可能只是代表老师的一个郑重肯定，即学生具备所有应付能力）。女性可能主要从打破关于数学学习和职业机会的性别成见观念中受益。对数学及其潜在解决方案担忧的讨论对所有经历数学焦虑的学生组都非常有用。在某些情况下（例如，在高数学焦虑的高成就女孩中），必须将干预措施结合起来。

除了个体学生水平的干预外，教师还必须阐明自己的数学焦虑水平、他们对数学学习的性别能力信念、学生沟通能力和偏好以及可能导致数学焦虑的潜在学科知识差距。学校应组织教师培训，在一个联合框架内考虑学科知识、教学方法与沟通的最佳实践以及师生数学焦虑情况。学校应确定在课堂上实施的理想教学和解决方法，从而不会有潜在发展为数学焦虑的困惑的学生。教师可能会发现弄清楚家人是否表现出强烈的学习领域性别成见以及他们是否将价值高低归属于数学是很重要的。

参考文献

Ashcraft, M.H. (2003). Math anxiety: Personal, educational and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 181-185

Ashcraft, M. H. and Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 243-248. doi:10.3758/BF03194059

Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., and Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *PNAS*, 107(5), 1860-3. doi: 10.1073/pnas.0910967107

Carey, E., Devine, A., Hill F., McLellan, R., and Szűcs, D. (2019). Understanding Mathematics Anxiety: Investigating the experiences of UK primary and secondary school students. 14 March 2019; <https://doi.org/10.17863/CAM.37744> (Free online publication.)

Carey, E., Devine, A., Hill, F., and Szűcs, D. (2017). Differentiating anxiety forms and their role in academic performance from primary to secondary school. *Plos ONE* 12(3): e0174418. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174418>

Carey, E., Hill, F., Devine, A., and Szűcs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*, 6: 1987. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01987

Carey, E., Hill, F., Devine, A., and Szűcs, D. (2017). The Modified Abbreviated Math Anxiety Scale: A Valid and Reliable Instrument for Use with Children. *Frontiers in Psychology*, 8:11. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00011

Dowker, A. (2005). 'Maths doesn't like me any more': Role of attitudes and emotions. In: Dowker (2005): Individual differences in arithmetic. Psychology Press. Hove and New York.

Chouinard, R., Karsenti, T., and Roy, N. (2007). Relations among competence beliefs, utility value, achievement goals, and effort in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 77, 501-517. doi: 10.1348/000709906X133589

Devine, A., Hill, F., Carey, E., and Szűcs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of Developmental Dyscalculia and Mathematics Anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 431-444. doi: 10.1037/edu0000222

Dweck, C. S. (2007). Is math a gift? Beliefs that put females at risk. In S. J. Ceci & W. M. Williams (Eds.), *Why aren't more women in science?: Top researchers debate the evidence* (pp. 47-55). Washington, DC: US: American Psychological Association. doi: 10.1037/11546-004

Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., and Szűcs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences*, 48, 45-53. doi: 10.1016/j.lindif.2016.02.006

Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., and Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability, *Assessment*, 10(2), 178-182. doi: 10.1177/1073191103010002008

Mammarella, I. C., Caviola, S., and Dowker, A. Eds. (2019). *Mathematics anxiety: What is known and what is still to be understood*. London: Routledge, Taylor & Francis Group.

Mammarella, I. C., Donolato, E., Caviola, S., and Giofrè, D. (2018). Anxiety profiles and protective factors: A latent profile analysis. *Personality & Individual Differences*, 124, 201-208. doi: 10.1016/j.paid.2017.12.017

Park, D., Ramirez, G., and Beilock, S. L. (2014). The role of expressive writing in math anxiety. *Journal of Experimental Psychology. Applied*, 20(2), 103-111. doi: 10.1037/xap0000013

Ramirez, G. and Beilock, S. L. (2011). Writing about testing worries boosts exam performance in the classroom. *Science*, 331, 211-213. doi:10.1126/science.1199427

Richardson, F. C. and Suinn, R. M. (1972), The mathematics anxiety rating scale. *Journal of Counselling Psychology*. 19, 551-554.

Zirk, J., Lamptey, C., Devine, A., Haggard, M., and Szűcs, D. (2013) Help avoidance underlies math anxiety in 8 to 11-year-old children: A structural equation modeling study. *Developmental Science*, 17, 366-375.

关于作者

丹尼斯·苏奇是认知神经科学和心理学的准教授，英国剑桥大学达尔文学院院士，剑桥大学教育神经科学中心副主任。

艾琳·马马雷拉是意大利帕多瓦大学发展与社会心理学系副教授。

该出版物由国际教育学院（IAE）（Palais des Academies, 1, rue Ducale, 1000 Brussels, Belgium）和国际教育局（IBE）（P.O. Box 199, 1211 Geneva 20, Switzerland）于2020年制作。它是免费提供的，可以自由复制和翻译成其他语言。请将复制全部或部分内容的任何出版物的副本发送给IAE和IBE。该出版物也可以在互联网上找到。

请参阅“出版物”部分的“教育实践系列”页面，网址为：www.ibe.unesco.org
作者负责选择和介绍本出版物中包含的事实以及其中表达的观点，这些观点不一定是教科文组织或国际教育局的观点，也不构成本组织的承诺。本出版物中所使用的名称和材料的表述，并不意味着教科文组织或国际教育局就任何国家、领土、城市或地区的法律地位，或其主管当局，或关于其边疆或边界表达任何意见。

每个人
都可以得到
高质量教育和
终身学习的
世界

——
国际教育局愿景



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International Bureau
of Education