Machine Translated by Google

第五章

认知科学与综合评论神经科学关于数学学习的研究发现2021–2023 年　澳大利亚背景下的时间滞后

温迪·戈夫、蒂莫西·林奇和杰森·德维什

抽象的

课程中的时滞现象可以理解为儿童在学校学习的课程内容与最新的研究成果和发展之间存在脱节。如何解决课程发展中的时间滞后问题，是世界各国政府面临的一项重大挑战，尤其是在当前新技术爆炸式增长以及由此带来的知识飞速发展的背景下。本章将通过分析认知科学和神经科学领域关于数学学习的新进展，探讨澳大利亚背景下的时间滞后问题。我们采用综合文献综述的方法，对过去三年认知科学和神经科学领域的文献进行评估、批判和综合。然后，我们基于此综述，探讨时间滞后是否是数学课程中的一个问题，并着重分析其对当前教学实践和数学学习的影响。

本章最后引入了一种新的视角，政策制定者可以利用这种视角来确保新的和当前的研究成果能够以更及时、更有效的方式直接惠及课程、教师和儿童。

关键词

认知科学 – 神经科学 – 数学 – 数学教育 – 课程设置中的时间滞后

1 介绍

过去几十年，技术的进步拓展并深化了人们对人类学习的理解。这些进步也促进并塑造了课程体系，并培养了课堂教师的理解力、技能和能力。

©Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish，2025 | doi:10.1163/9789004722651_005

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

在全球范围内,新冠肺炎疫情不仅加速了科技进步,也凸显并加剧了教育领域的公平差距,包括这些差距对世界各地不同社会产生的社会、政治和经济影响（经济合作与发展组织 (OECD),2020）。为了解决这种不公平现象,确保所有儿童都能为未来世界做好充分准备,现在比以往任何时候都更需要课程改革与科技进步带来的新研究同步发展,而不是像历史上全球普遍存在的那样滞后（McDiarmid 等,2022）。在本章的研究中,我们将这种“滞后”和“落后”称为课程中的时间滞后,并将其定义为将推动人类进步所需的新知识融入课程内容并在学校和其他教育环境中实施所需的时间延迟。

有效的课程既要应对社会变化,又要满足社会需求,应对当前和未来的社会挑战,以及不断变化的信仰和价值观。Wrigley（2014)指出,同样重要的是要认识到，“任何课程都不可避免地是从全部知识中进行选择,而这种选择过程又受到政治意识形态的影响”。

（Wrigley,2014,第 15 页）。直到最近,各国政府还有时间考虑从全部知识中选择哪些内容用于课程开发。

然而,由于科技进步,知识更新速度飞快,这使得知识的选择变得更加困难。尤其当我们思考知识的相关性以及未来社会和子孙后代的需求时,更是如此。

从历史上看,数学一直是并将继续是未来知识的关键组成部分（Skovsmose,2023）。事实上,自数学诞生之初,人类对数学知识的进步就依赖于不同的技术,例如木棍、鹅卵石、钢笔等等。同样,技术、技术问题和技术进步也都是借助数学和数学工具来解决和发展的（Hansson,2020）。随着技术不断渗透到人类的日常生活中,未来的知识将更加依赖于数学和数学工具（Yolcu & Kirchgasler,2024）。理解数学领域的新进展以及如何更好地学习（和教授)数学将变得比以往任何时候都更加重要（Engelbrecht 等,2023）。

培养数学能力是数学教育的关键驱动力,也是数学课程的主要目的（Campbell,2023）。因此,理解遗传的数学生物学倾向,结合大脑和学习方面的新进展,以及文化和情境衍生的数学,有可能以前所未有的方式提升数学教育。然而,除非当前……

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

如果数学课程的滞后问题得到解决,并且正在开发消除课程滞后的新方法,那么这种经验可能永远不会得到利用。

本章通过分析神经科学领域关于数学学习的新进展,着重探讨澳大利亚数学教育中存在的“时间滞后”这一重要问题。我们采用综合文献综述的方法,对过去三年数学神经科学领域的文献进行评估、批判和综合。随后,我们基于此综述,考察了澳大利亚现行数学课程中的时间滞后问题,并着重分析了这一滞后对当前教学实践和数学学习的影响。本章最后提出了一个框架,供政策制定者参考,以确保最新的研究成果能够更及时、更有效地应用于课程、教师和学生。

1.1 整合文献综述作为方法论

作为一种方法论,整合性文献综述的目标是“评估、批判和综合某一研究主题的文献,从而催生新的理论框架和视角”(Snyder,2019,第335页)。其目的是“融合来自不同领域或研究传统的视角和见解”,并“构建初步的概念化和/或理论模型”(Snyder,2019,第336页)。运用整合性文献综述作为方法论,有助于推进知识发展和理论构建,因此该综述具有重点突出、目标明确的特点(Snyder,2019;Cronin & George,2023)。

综合文献综述的数据分析部分并非预设的,也并非按照特定标准制定(Snyder,2019)。它是针对特定议题或问题对文献进行批判性分析。本章的分析分为三个阶段。第一阶段聚焦于研究问题一,即过去三年中认知科学和神经科学在数学教学方面取得了哪些新发现。第二阶段聚焦于问题二,探讨当前的数学课程是否体现了这些进展。第三阶段基于前两个问题的答案,构建一个可供政策制定者参考的框架,以确保新的和现有的研究成果能够以更及时、更有效的方式直接应用于课程、教师和学生。

2 综合文献综述

2.1 第一阶段

本次综合文献综述围绕两个关键研究问题展开:

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

1. 在过去三年（2021-2022-2023年)中,认知科学和神经科学在数学教学方面有哪些发现?

2. 它是如何融入课程体系的?

本次综合性文献综述旨在回顾过去三年中认知科学和神经科学领域关于数学教学与学习的文献。文献综述分为两个阶段。第一阶段重点关注神经科学和认知科学数据库。重点关注这些数据库的目的是为了确定过去三年中认知科学和神经科学领域关于数学学习的新研究有哪些。

需要指出的是,尽管这项研究的重点是澳大利亚背景下的课程滞后问题,但文献检索并不局限于此。

在澳大利亚进行的研究。

研究文献综述的第二阶段是运用PRISMA模型对文献进行组织。PRISMA模型（Page等人,2020）提供了一套基于证据的最低文献检索条目集。尽管PRISMA模型通常用于系统性文献综述,但它提供了一种简洁的方法来聚焦检索,并确保在所研究的三年时间范围内保持一致性。本整合性综述与通常使用PRISMA模型进行的系统性综述的区别在于,前者旨在综合或整合文献以生成理论和新知识,而非像系统性综述那样对文献进行描述。在本章介绍的研究中,整合性综述由两个研究问题驱动,并围绕回答这些研究问题的目的而构建。这些信息随后被用于提供关于当前研究的新视角,以及如何将新的研究成果更好地融入课程和课堂教学。以下部分将概述这一过程。

3 研究方法

3.1 信息来源

研究确定了四个涵盖神经科学和认知科学的关键数据库:MEDLINE（PubMed）;心理学和行为科学文集;PsycINFO;以及Web of Science。检索范围涵盖2021-2022-2023年这三年。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

3.2 搜索策略和资格标准

检索所有数据库时使用了四个关键词:大脑、数学、认知和学习。首次检索在指定时间范围（2021-2023 年)内共获得n = 224篇文献:MEDLINE n = 15； PsycINFO n = 72； Psychology and Behavioural Sciences Collection n = 13； Web of Science n = 124。对摘要和标题进行初步筛选,以确保文章聚焦于儿童、大脑/认知和数学学习。筛选过程包括:首先去除重复文献,然后快速筛选论文标题和摘要,并剔除任何不符合大脑、数学、认知和学习这四个关键领域范围的文献。初步筛选后,共确定n = 131篇文献:MEDLINE n = 14；Web of Science n = 62;PsycINFO n = 42;心理学和行为科学合集 n = 13。

然后,将纳入和排除标准应用于检索结果,并删除不符合标准的文章。共有三篇。

纳入标准:研究对象为儿童;研究对象为数学学习;研究内容基于大脑/认知。排除标准:研究对象为残疾;研究对象同时为成人和儿童;研究对象为成人;研究引入了第三个变量（例如,体育活动、机器学习等）。对全文再次进行重复性检查,最终纳入综合分析的研究数量为 n = 18。图 5.1

代表审核过程。

3.3 文献综合综述

本研究采用的综合性综述方法旨在实现三个主要目标:首先,对三年回顾期内的知识库进行批判性回顾、综合和整合;其次,利用该综合性综述,阐明认知科学和神经科学领域关于教学的最新研究成果如何融入现有课程;第三,运用这些发现,为如何在澳大利亚（及其他地区)解决课程滞后问题提供新的视角。表 5.1列出了为本次综合性综述提供参考的文献。

4 综合性综述探讨研究问题

在过去三年（2021-2022-2023)中,认知科学和神经科学在数学教学和学习方面有哪些发现?

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

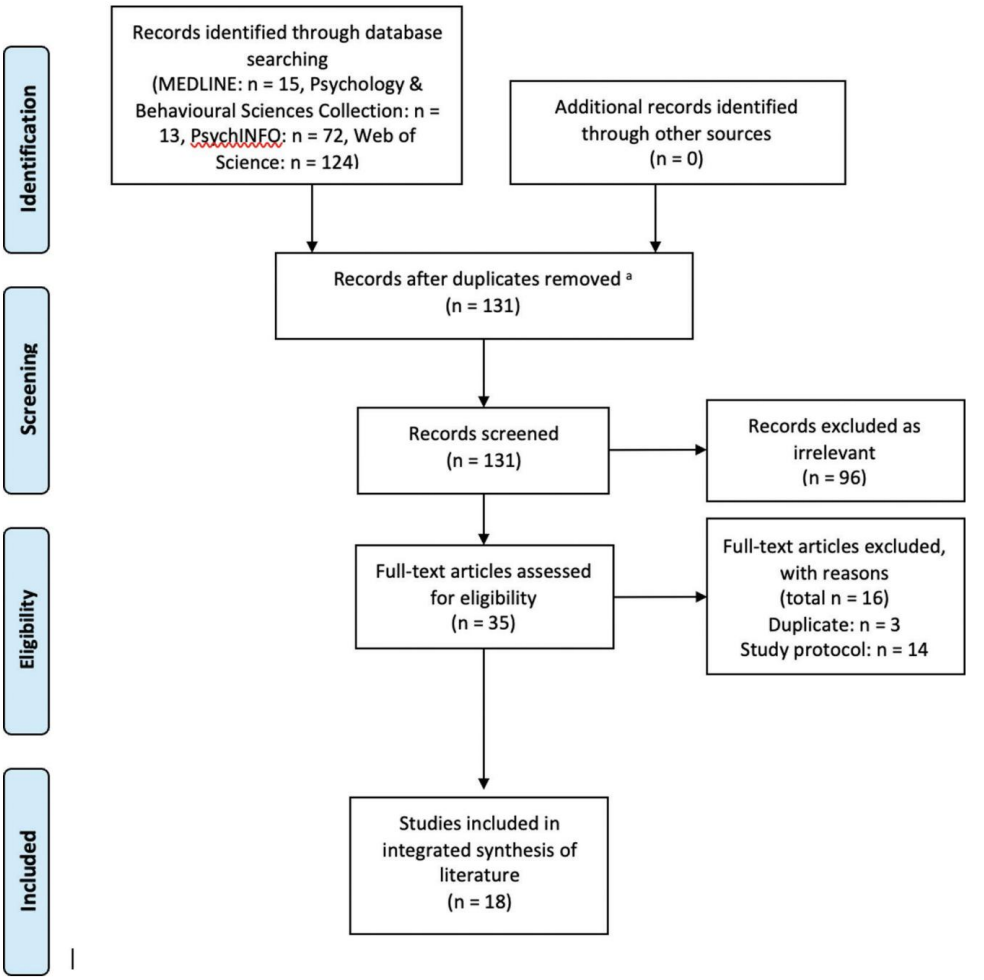


图 5.1 审查流程 – 改编自 Moher D、Liberati A、Tetzlaff J、Altman DG 合著的《PRISMA》
PRISMA 小组 (2009)。系统评价和荟萃分析的首选报告条目：PRISMA 声明。PLoS Med 6(7):
e1000097。doi:10.1371/journal.pmed1000097

数字认知是所审查知识库的主要特征。

鉴于大量实证数据表明，数字认知是一种核心且普遍存在的认知能力，在人类早期发展阶段就已出现（Barrouillet，2018），这一点并不令人意外。然而，在回顾这段时间里，神经科学似乎已经开辟了多种途径，用于识别和分离支撑数字认知的核心神经构建模块。这些神经构建模块和神经连接模式包括对陈述性记忆和工作记忆以及符号和非符号数字量表征的深入理解。

然而，在所回顾的研究中，这些发现如何转化为支持或改善学习的作用，仍然是一个难以捉摸的问题。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

表5.1 文献综述总结

发布类型	作者	文章标题
杂志	霍斯,Z;默克利,R;斯泰格,CL;安萨里,D	整合数字认知研究和数学教育,以加强早期数字教学与学习
杂志	Tay, LY; Chan, ML; Chong, SK; Tan, JY; Aiyoob,TB	数学学习:一种元认知经验视角
杂志	海德,DIC	大脑中用于数字运算的网络的出现思维
杂志	Anobile,G;Morrone,MC;Ricci,D;Gallini,F;梅鲁西,I;蒂内利,F	典型的跨模态数量感知早产儿
杂志	Cheng, C; Kibbe, MM	非符号算术真的是算术吗?考察幼儿近似数系统的计算能力
杂志	Guerrero, D; Park, J	算术思维是儿童生成性数字概念的基础
杂志	张天宇;费夫,ER	学习材料的多样性有利于儿童的模式练习。
杂志	任BQ;梁轩;李,JY;曹丽艳;周晓玲	一项关于非语言归纳推理是否能预测数学表现的研究
杂志	卡利尤加,S	认知负荷理论中人类认知结构的进化视角:一种动态的、涌现的原则方法
杂志	方SJ;周小林	形状感知速度对于非语言数字感和算术之间的关系至关重要。流利度
杂志	汉纳姆,J;卡斯特罗-Alonso, JC; Chen, OH	将认知负荷理论与其他理论(包括教育心理学领域内外的理论)相结合
杂志	雷戈萨-克雷斯波,V;埃斯特维兹-佩雷斯,N.	早期算术能力的理论基础:来自婴儿大脑数据的证据
杂志	Anzalone, C; Luedke, J; Green, J; Decker, S.	儿童数学能力相关的定量脑电图相干模式。
杂志	维西贝利,E;维尼亚,G;纳斯林伯,C;贝纳维德斯-瓦雷拉,S.	数字学习的神经生物学。
杂志	尼德尔,A.	人类数字概念的神经约束
杂志	陈,C;刘P;李,S;张,C;周X.	视觉工作记忆(而非视觉空间工作记忆)有助于复杂的算术运算。
杂志	程,D;崔Z;胡,Y;周X.	哪种视觉特征与数字感知和算术流畅性之间的关系相关?
杂志	Menon, V; Chang, H.	新兴的神经发育视角下的数学学习

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

已发表的文献似乎普遍认为,数字能力是一种系统发育上的基本能力,在人类和非人类物种中均有共享且可培养（Anobile,2021;Hyde,2021;Guerrero & Park,2023;Visibelli 等,2024）。大多数已发表的文献也一致认为,成人和婴幼儿之间共享的基本数字技能具有进化基础（Anobile,2021;Hyde,2021;Guerrero & Park,2023;Visibelli 等,2024）。事实上,神经影像学研究反复证明,“对数字转换的反应具有生物学根源,在个体发育过程中得以保留,并且在人类接受符号教育之前就已经具备功能”（Visibelli 等,2024,第2页）。

然而,整个数据集仍然缺乏对如何利用这种生物学上的能力作为基础来支持进一步的数字能力和促进更广泛的数学学习的见解。

毫不奇怪,从进化论的角度来看待数字认知结构,研究的重点主要集中在生命发展的早期阶段和幼儿身上（Anobile 等,2021;Hawes 等,2021）,而针对学龄儿童的研究则寥寥无几（Cheng & Kibbe,2023;Tay 等,2023;Ren 等,2023;Fang & Zhou,2022;Anzalone 等,2021;Chen 等,2023;Cheng 等,2022）。鉴于认知科学和神经科学推理自20世纪60年代初以来一直是澳大利亚幼儿早期发展研究的重要组成部分（Millei & Joronen,2016）,这一发现令人费解,可能表明该领域在数学学习方面的进展和见解尚不成熟。过去三年中,对数学其他领域的关注不足,而对数字认知的过度重视,表明尽管自1960年以来数字认知一直是儿童发展的重要组成部分,但在数学学习方面,它仍然是一个新兴的研究领域。

在将研究成果应用于幼儿教育实践方面,Hawes及其同事似乎是一个例外（Hawes 等,2021）。他们的研究涵盖了幼儿教育和学校教育两个层面,目标群体是那些在这些层面与儿童一起工作的教师。他们的研究目的是运用认知引导教学法,向教师传授关于儿童数学思维的最新研究成果,并指导他们如何将这些知识作为评估和教学的基础（Hawes 等,2021）。尽管该模式被认为是一种将研究成果直接传递给实践者的有效途径,但作者也指出,该领域仍需开展更多研究。

正如预期的那样,工作记忆及其在数字学习、数感、算术能力和数字思维中的作用在文章中被广泛提及。有趣的是,对认知负荷理论的关注与对……的关注不谋而合。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

关于学龄前儿童的学习（参见Hanham等人,2023），在所考察的文章中,关于认知负荷及其对低龄儿童适用性的研究基础似乎存在空白。考虑到目前的研究主要集中在生命早期发展阶段和幼儿身上，这一发现颇为有趣。这种空白可能源于人们对幼儿及其参与复杂数学学习能力（或缺乏能力)的普遍认知,也可能与研究对象难以接触到幼儿有关,或者仅仅是由于所回顾文章的选择所致。深入了解认知负荷理论及其在正式入学前阶段的适用性,将有助于我们更好地理解其在未来数学学习中的作用。Hanham及其同事建议,为了获得这种理解和见解,或许有必要在认知科学和神经科学领域内外进行研究（ Hanham等人,2023）。在接下来的章节中,我们将更明确地将综合性综述的重点放在课程上。需要指出的是,入学前阶段和正规教育阶段分别遵循不同的课程文件。为了便于本次综述,我们将文献与这两份课程文件分别进行整合。

认知科学和神经科学领域关于教学和学习的最新研究成果是如何融入课程体系的？

在澳大利亚,政策文件《归属感、存在感和成长:澳大利亚幼儿学习框架（V2.0）》（EYLF）“可以补充或完善各个州或地区的框架”。

（澳大利亚政府教育部[AGDE],2022,第5页）。《早期学习框架》（EYLF)旨在促进0至5岁儿童的学习、发展和福祉,并涵盖其向学校过渡的整个过程。因此,据称其设计旨在代表最新的数学发展课程目标,特别是关于学习的最新研究成果。

EYLF有助于实现爱丽丝泉（Mparntwe)教育目标1和2。
阳离子声明：

> 澳大利亚的教育体系追求卓越与公平。
> 所有澳大利亚年轻人都会变成：
> 自信且富有创造力的人
> 成功的终身学习者
> 积极参与社区事务并了解社区动态的成员。
> （教育委员会,2019年,第4页）

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

要了解该领域的最新研究,必须考虑以下因素:

过去八十多年来,认知科学和神经科学的视角一直是澳大利亚幼儿教育的基石(Millei & Joronen,2016)。根据美国心理学会(APA)的定义,认知是指“所有形式的知识和意识,例如感知、构思、记忆、推理、判断、想象和问题解决。它与情感和意动一起,是传统上被认为是构成心智的三大要素之一”(美国心理学会,2019)。认知科学属于心理学和教育学的范畴。现代认知视角“部分是对行为主义的反动,部分是对心理学认知根源的回归。与十九世纪的认知研究一样,现代认知研究关注的是感知、记忆、推理、决策和问题解决等心理过程”(Atkinson et al., 1990, p. 11)。与行为主义者不同,认知心理学家认为,你的行为是由你的预期和情绪决定的。认知心理学家让·皮亚杰认为,你基于已有的知识来记忆事物,也基于对过去经验的记忆来解决问题。

神经科学领域已证实,虽然随着年龄增长,身体机能会逐渐衰退,但大脑连接(可塑性)却会随着成长发育而增强(Greenfield,2012)。就各年龄段的数学教学而言,基于人类最佳学习方式的研究,有观点认为显性教学是更优的教学方法。“我们应该教授特定领域的知识,而非通用技能”,并且“在处理新信息时,初始指导应当明确且直接”(澳大利亚政府,2014,第125页)。以习得基础数学技能为例,“研究清楚地表明,教师指导的学习更为有效。毋庸置疑,学生必须牢固掌握这些基础技能,才能具备解决问题的能力”(2014,第126页)。

然而,在澳大利亚幼儿教育课程改革审查期间,建议教师采用多种方法以最适合其具体情况的方式进行选择(澳大利亚政府,2014),这一建议也得到了 Ornstein 和 Hunkins(2017)的支持,并得到了 Lynch(2014,2019)的倡导。

因此,教育的目的是实现所有途径:

1. 培养实用技能,提高生产力(实用性)。
2. 为未来做好准备并应对未来(21世纪学习)。
3. 培养孩子(个性化学习)。
4. 批判社会(公平和社会正义)。
5. 向学生介绍人类思想和言论中最优秀的部分(文化熏陶)(澳大利亚政府,2014 年,第 24 页)。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

各种方法都有其存在的价值,循证研究表明,不应该存在某些方法（以及其中蕴含的教学法)凌驾于其他方法之上的情况。

在幼儿教育领域,至关重要的是,认知科学和神经科学的最新研究成果必须根据0至5岁儿童的年龄特点进行调整,并符合其发展阶段,因此必须考虑全人教育领域的最新研究成果。人们普遍认为，“儿童的学习是动态的、复杂的和整体性的”（AGDE,2022,第8页），而且,有观点认为,身体维度在儿童学习中至关重要,因为它能够为所有学习和发展领域提供强有力的、有意义的联系（Lynch,2019）。社会文化视角表明,课程应该与儿童的世界和日常兴趣相联系（Arthur等,2020）。由于儿童天生具有游戏结构,因此通过运动进行学习能够提高他们的兴趣。

在0至5岁的发展阶段,游戏式学习能够将各种教育和认知方法融会贯通,并达到适宜的发展水平。游戏式学习充分利用了儿童与生俱来的兴趣和好奇心,鼓励他们探索和保持好奇心。在游戏体验中,儿童整合自身的情感、思维和动机,这有助于增强大脑功能。他们能够行使自主性、意图性、发起和主导学习的能力,以及参与影响自身决策（包括与学习相关的决策)的权利（AGDE,2022,第8页）。

基于游戏的学习是指通过运动进行学习。研究表明,运动学习能够促进心理和社交健康,并能改善认知记忆（Zhu et al., 2014）。建议幼儿和学龄前儿童每天至少进行三小时的体育活动,建议5至12岁的儿童每天进行60分钟的中等至高强度体育活动,以获得社交、情感、智力和健康方面的益处（澳大利亚联邦政府,2014）。Lynch（2024)特别提倡通过运动和游戏来学习数学概念。

尽管澳大利亚早期教育框架（V2.0)强调游戏式学习,并已充分认识到在正式入学前学习数学时应注重身体活动,但就本章所回顾的研究基础而言,游戏式学习和身体活动并未在任何研究中得到应用。事实上,许多针对正式入学前阶段的研究根本没有提及游戏或身体活动。

尽管研究中忽略了游戏和身体活动,但显然,所回顾的研究中提出的理念在幼儿早期教育中确实存在。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

澳大利亚学习框架（V2.0）。数学和计算能力
课程的定义如下：

> 广泛包括对数字、模式、测量、时间、空间意识和概率以及数据的理解，以及数学思维、推理和计数能力。（ADGE，2022）

本次回顾的早期教育研究主要集中于数字认知（Anobile 等，2021；Hyde，2021；Guerrero & Park，2023；Visibelli 等，2024）。这似乎是数学和计算能力定义的核心驱动力。这一点在更广泛的课程文件中也有所体现，该文件指出“所有儿童通过参与解决问题来获得新的数学理解”，并且“为了培养计算能力，儿童探索他们所处世界中蕴含的强大的数学概念……并建立联系和进行论证”。

（ADGE，2022，第57页）。在接下来的部分，我们将考察涵盖小学和中学的正规学校课程文件。

背景。

学校环境为认知科学和神经科学研究人员提供了一个更为结构化的背景，以便他们应用和检验一些研究成果。尽管本研究回顾的文献中只有40%来自学校环境，但这部分文献却最直接、最清晰地阐述了如何利用研究成果来支持儿童的数学学习。考虑到认知科学和神经科学在早期教育领域有着悠久的历史渊源，这一点尤为值得关注。在接下来的章节中，我们将结合澳大利亚中小学数学课程来探讨这些研究成果。

与澳大利亚早期学习框架（V2.0）类似，澳大利亚数学课程（V9.0）也与《Mparntwe教育宣言》（2019）的两大目标相一致。澳大利亚数学课程（V9.0）侧重于正规教育的前11年，旨在确保学生：

> 成为自信、熟练且高效的数学使用者和沟通者，能够在个人生活和工作中调查、表达和解释各种情况，进行批判性思考，并作为积极参与、具备数学素养的公民做出选择。

– 培养对数学概念、技能、程序和过程的熟练掌握，并运用它们来展示其在提出和解决问题方面的数学能力，以及在数字、代数、测量、空间、统计和概率方面的推理能力。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

– 将数学各领域联系起来,并将数学应用于各个领域和学科的建模工作

培养对数学的积极态度,将其视为一种
易于理解且有用的学科
– 获得专业的数学知识和技能,为数学能力的发展奠定基础,并为进一步学习数学和其他学科做好
准备。

（ACARA,2024）

鉴于认知科学和神经科学在幼儿教育中的重要地位,澳大利亚课程数学（V9.0)基础年课程中有65%的内容侧重于数字、数量、量化和概念化,这并不令人意外。这与澳大利亚幼儿学习框架（V2.0)相一致,并且似乎涵盖了认知科学和神经科学研究领域中许多显而易见的观点（Anobile,2021;Hyde,2021;Guerrero & Park,2023;Visibelli et al.,2024）。除了测量之外,基础年课程的其余部分也与澳大利亚幼儿学习框架（V2.0)相符,因为它涉及通过身体运动进行学习。鉴于数字、数量、数量和量化是测量的重要组成部分,因此可以合理地认为,早期认知和神经科学的强大存在也影响了测量。

澳大利亚数学课程（V9.0)始终强调数字、数量感、数量概念和量化,并且其发展具有渐进性。这与所回顾的校本文献直接一致,这些文献仍然牢固地立足于对算术思维和数字的理解（Guerrero & Park,2023;Fang & Zhou,2022）。尽管所回顾的校本文献通过提供对视觉工作记忆、认知负荷和感知等新概念的见解,扩展了这种理解（Fang & Zhou,2022;Chen et al.,2023）,但这些新见解在课程文件中并未体现。鉴于所回顾的研究主要集中于考察数量感、量化和算术思维,因此无法就认知科学和神经科学对澳大利亚数学课程（V9.0)其他领域的影响得出任何结论性结论。

5 讨论

本章对文献的综合回顾受限于三年的时间跨度。尽管存在这一局限性,它仍然揭示了一些有趣的发现,尤其是在研究成果如何转化为课程设置方面。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

文献资料。综合性综述得出的一个关键发现是,认知和神经科学作为一个不断变化和新兴的研究领域,其复杂性不容忽视。尽管在过去八十多年里,认知和神经科学一直是幼儿教育课程的重要组成部分,但新的发展(可能得益于新兴技术的推动)仍在不断涌现。表面上看,这种复杂性和新发现的快速出现似乎阻碍了研究成果向实践的转化,并导致课程文献资料的滞后。然而,就幼儿教育而言,情况并非如此。

澳大利亚幼儿学习框架(V2.0)体现了数字认知、工作记忆及其在数字学习、数感和算术能力中的作用这一基础,这表明认知科学和神经科学领域的最新研究成果已融入到新的课程文件中。尽管在认知科学和神经科学的研究基础中,关于体能活动和游戏式学习(幼儿数学学习的重要途径)的作用似乎仍存在一些空白,但这可能也与该领域更侧重于理解学习(而非教学)有关。Hawes及其同事提供了一个关于如何弥补这一空白的有用示例(Hawes等,2021)。

正规学校数学课程文件似乎也反映了当前的研究领域,尽管也存在一些局限性。与早期教育课程文件类似,针对课程其他领域的研究似乎也比较有限。这可能围绕着一个广为人知的观点展开,即“数字感知是数学能力的认知基础”(Sun 等,2021,第 1 页);虽然数字感知在数学理解中起着至关重要的作用毋庸置疑,但将研究范围扩大到数学课程的其他领域或许能够加强理论与实践之间的联系。

本章的综述表明,课程滞后似乎主要体现在认知科学和神经科学在研究数学学习时所采用的狭隘的数感和数字思维视角,而非理论与实践转化方面的差距。尽管当前的研究成果和方向在某些方面似乎已体现在两份课程文件中,但很难确定这些研究的具体发现是如何直接渗透到更广泛的数学课程中的。

Hawes等人(2021)提出了一种很有前景且新颖的视角,探讨如何克服早期教育和正规学校教育中数学课程的任何滞后问题。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

这种观点认为,教师在促进学习方面扮演着至关重要的角色。为了“积极调动儿童的积极性,教育者需要识别儿童的优势,选择合适的教学策略和内容,设计学习环境,并与儿童合作共同构建学习过程”(AGDE,2022,第8页)。教育者的专业判断也是其积极促进儿童学习的核心所在。在做出专业判断时,他们会有意地将以下因素结合起来:

专业知识和技能
对每个孩子、他们的家庭和社区的背景知识
认识到与儿童和家庭建立良好关系对于创造安全和信任的空间至关重要。

意识到他们的信仰和价值观如何影响孩子的学习
以及福祉
对原住民和托雷斯海峡岛民的知识和理解
视角
个人风格和过往职业经历
– 在规划周期中使用所有组成部分。

除了专业知识外,教育工作者还运用创造力、直觉和想象力,包括进行批判性反思,以评估和调整他们的实践,使其适应学习者、学习的时间、地点和情境。(AGDE,2022,第12页)。如果要真正解决课程滞后问题,并且认知和神经科学研究要对数学学习产生真正的影响,正如Hawes及其同事所认识到的那样,

> 事实上,研究表明,教育者对儿童数字思维的了解是推动教学变革的强大动力,与儿童数字推理能力的提高以及他们自我报告的对问题解决能力的理解和信心的增强密切相关。(Hawes et al., 2022, p. 3)

将教师集中起来,并让他们参与到课程建设中,以弥补课程滞后,这为将理论转化为课堂教学和课程文件提供了一种新颖的视角。这可能涉及重新构思当前的课程开发方式,并鼓励研究人员与教师分享研究成果,从而促进教师的专业学习。对这一过程的投入将确保教师掌握最新的知识,并确保学生能够通过最新的研究视角进行学习。在课程开发方面,这将采用自下而上的方法,即研究人员和教师参与课程的制定,而不是课程本身。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

外部开发是常见的做法。对这一过程的投资也可能开辟新的途径，拓宽研究视野，并以更全面的方式关注数学学习的各个领域。

6 总之

认知科学和神经科学为加深对数学学习的理解，以及如何在教育环境中支持和培养数学学习提供了令人兴奋的途径。尽管本章提出的综合性综述提供了一些有趣的见解，但这些见解是否已转化为实践仍不明确。在课程开发中解决时间滞后问题，是世界各国政府面临的一项重大挑战，尤其是在当前新技术爆炸式增长以及由此带来的知识飞速发展的背景下。虽然我们尚未能最终确定时间滞后是否是澳大利亚数学课程中的一个问题，但我们提供了一个新的视角，政策制定者可以借鉴这一视角，以确保新的和现有的研究成果能够以更及时、更有效的方式直接惠及教师、学生和课程。

参考

美国心理学会。(2019)。APA心理学词典。
https://dictionary.apa.org/cognition

Anobile, G., Morrone, MC, Ricci, D., Gallini, F., Merusi, I., & Tinelli, F. (2021). 早产新生儿典型的跨模态数量感知。多感官研究， 34(7), 693–714。

Anzalone, C., Luedke, JC, Green, JJ, & Decker, SL (2022). QEEG 相干模式与儿童数学能力的关系。应用神经心理学：儿童， 11(3), 328–338。

澳大利亚政府。(2014)。澳大利亚课程审查：最终报告。
https://www.education.gov.au/australian-curriculum/resources/review-australian-curriculum-final-report-2014

澳大利亚政府教育部 [AGDE]。（2022）。归属感、存在感和成长：澳大利亚幼儿学习框架（V2.0）。澳大利亚政府教育部部长理事会。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

Barrouillet, P., & Camos, V. (2021). 工作记忆的时间资源共享模型。工作记忆：科学现状，85–115。

Campbell, C. (2023). 欧洲数学与科学教育杂志.科学教育, 4(2), 133–148。

Greenfield, S. (2012).大脑的未来。西澳大利亚大学。https://www.youtube.com/watch?v=Aa7qhUth7QY.

Cheng, D., Cui, Z., Hu, Y., & Zhou, X. (2022). 哪种视觉属性与数量感和算术流畅性之间的关系相关.视觉认知, 30(8), 517–526.

Chen, C., Liu, P., Lu, S., Li, S., Zhang, C., & Zhou, X. (2023). 言语工作记忆而非视觉空间工作记忆对复杂算术运算有贡献。英国发展心理学杂志， 41(4), 385–399。

Cheng, C. 和 Kibbe, MM (2023)。非符号算术真的是“算术”吗？考察幼儿近似数系统的计算能力。认知科学， 47(6)，e13299。

Cronin, MA 和 George, E. (2023)。综合评价的原因和方法。组织研究方法， 26(1)，168-192。

Engelbrecht, J., Borba, MC, & Kaiser, G. (2023). 我们还能像疫情前那样再次教授数学吗？ ZDM–数学教育， 55(1)，1–16。

方思远、周晓东 (2022)。形状感知速度对于非语言数字感与算术流畅性之间的关系至关重要。智力， 95，101704。

格林菲尔德，S.（2016）。大脑的一天：意识的神经科学从黎明到黄昏。英国企鹅出版社。

Guerrero, D., & Park, J. (2023). 算术思维作为儿童生成性数字概念的基础。发展评论， 67，101062 。

Hanham, J., Castro-Alonso, JC, Chen O. (2023年8月). 将认知负荷理论与其他理论整合到教育心理学内外。英国教育心理学杂志， 93(2)，239–250。https://doi.org/10.1111/bjep.12612。2023年5月19日在线发表。PMID：37208145。

Hansson, S. (2020). 技术与数学。哲学与技术， 33，117–139. https://doi.org/10.1007/s13347-019-00348-9

Hawes, Z., Merkley, R., Stager, CL, & Ansari, D. (2021). 整合数字认知研究和数学教育以加强早期数字的教与学。英国教育心理学杂志， 91(4), 1073–1109。

Hyde, DC (2021). 数字思维大脑网络的出现。儿童发展视角， 15(3)，168–175。

Kalyuga, S. (2023). 认知负荷理论中人类认知结构的进化视角：一种动态的、涌现的原则方法。教育心理学评论， 35(3)，91。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

林奇,T.（2014）。澳大利亚课程改革II:健康与体育教育
（HPE）。欧洲体育教育评论， 20(4),508–24。https://doi.org/10.1177/
1356336X14535166
Lynch, T. (2019).体育教育与身心健康:儿童健康的全球性和整体性方法。帕尔格雷夫·麦克米伦出版社。https://doi.org/10.1007/978-3-030-22266-6
Lynch, T. (2024). 体育教育:通过体育学习促进儿童的健康和福祉。载于 S. Garvis 和 D. Pendergast (编),儿童健康与福祉(第 4 版). (第 53–71 页). 澳大利亚墨尔本:剑桥出版社。

McDiarmid, GW, & Zhao (赵勇), Y. (2023). 重新思考的时机:为技术变革的世界而教育。华东师范大学教育评论， 6(2), 189–214。https://doi.org/10.1177/20965311221076493

Menon, V., & Chang, H. (2021). 数学学习中新兴的神经发育视角。发展评论， 60,100964 。

Millei, Z., & Joronen, M. (2016). 澳大利亚早期教育政策中神经科学的（生物)政治化:将大脑资源作为人力资本加以培养。教育政策杂志， 31(4),389–404。

Moher D、Liberati A、Tetzlaff J、Altman DG、PRISMA 小组。(2009)。系统评价和荟萃分析的首选报告项目:PRISMA 声明。
PLoS Med 6(7):e1000097。 https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097
Nieder, A. (2020). 人类数字概念的神经约束。神经生物学最新观点， 60,28-36 。

Ornstein, AC 和 Hunkins, FP (2017)。课程:基础、原则和问题
（第7版）。波士顿,马萨诸塞州:培生教育领导力出版社。
Page M.、McKenzie J.、Bossuyt P.、Boutron I.、Hoffmann T.、Mulrow C. 等 (2020)。PRISMA 2020 声明:系统评价报告指南更新。 《英国医学杂志》， 71,372。https ://doi.org/10.1136/bmj.n71
Reigosa-Crespo, V., & Estévez-Pérez, N. (2023). 早期数字能力的概念基础:来自婴儿大脑数据的证据。脑研究进展， 282,1-15 。
任斌、梁晓、李静、曹莉、周晓（2024）。非语言归纳推理是否能预测数学成绩的研究。 《学校心理学》， 61(1)，
137–154。
Skovsmose, O. (2023). 批判性数学教育哲学。载于《批判性数学教育》 （第 233-245 页）。Cham:Springer International Publishing。
孙杰、孙鹏（2021）。成人数字感知与数学能力的关系:点数的调节作用。https://doi.org/10.7717/peerj.12660。PMID:35036148;PMCID:PMC8706323。
Snyder, H. (2019). 文献综述作为一种研究方法:概述和指南-线路。商业研究杂志， 104,333-339 。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish

Machine Translated by Google

Tay, LY, Chan, M., Chong, SK, Tan, JY, & Aiyoob, TB (2024). 数学学习:元认知经验视角。国际科学与数学教育杂志， 22(3),561–583。

Visibelli, E.、Vigna, G.、Nascimben, C. 和 Benavides-Varela, S. (2024)。神经生物学数字学习。神经科学与生物行为评论， 105545。

Wrigley, T. (2014).政策文件 学校课程的政治影响。劳工与社会研究中心（Class）。英国伦敦。https://www.education-uk.org/documents/pdfs/2014-wrigley-politics-of-curriculum-in-schools.pdf

Yolcu, A., & Kirchgasler, KL (2024). 社会（正义）数学:排序教学法及其继承的真理体系的种族化效应。数学教育研究， 1–20。

Zhang, T., & Fyfe, ER (2024). 学习材料的高变异性有利于儿童的模式练习。实验儿童心理学杂志， 239，105829 。

仅供作者使用 | © 2025 Wendy Goff、Timothy Lynch 和 Jason Dervish