

# 计算思维教育公平何以可能?

## ——《面向包容性世界的计算思维：教育工作者学习和行动的指南》的解读与启示

武建鑫 宋雨

(陕西科技大学教育学院, 陕西 西安 710000)

**[摘要]** 计算思维教育及相关举措在技术的支持下获得了快速发展,但教育系统的内部差异正在扩大接受计算思维教育机会的不公平。2021年12月,美国“数字承诺”教育技术国家中心发布的计算思维教育前沿报告《面向包容性世界的计算思维:教育工作者学习和行动的指南》,对计算思维的内涵及其变迁作了系统分析,提出了计算思维的整合性框架和面向包容性世界的计算思维培养策略。我国教育管理部门有必要系统审视计算思维教育的最新变化,鼓励教师将计算思维融入课程教学,营造包容性的计算思维课堂,为教师提供计算思维培训机会。

**[关键词]** 计算思维;包容性世界;教育工作者;行动路向

**[中图分类号]** G42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-2179(2022)06-0072-09

### 一、引言

当今社会正在加速进入人工智能时代,大数据、智能机器、云计算等技术及其产品的更新迭代,使人们的生活方式和思维方式发生了深刻变革(于颖等,2020)。具体来看,大数据向人们提供了看待世界的前所未有的新视角;智能机器正在部分地取代劳动力,智能系统也被用于增强和扩展人类能力;更强大的云计算和网络系统,允许人们超越时空限制开展协作。显然,能够应对这些挑战的不再只是

拥有专业知识与技能的工作者,而是能够参与计算世界并解决复杂问题的劳动者,即具备计算思维的时代新人。除了工程和科学领域,艺术设计、教育、法律、医疗、新闻等行业的很多工作也需要具备“计算能力”的专业人员,这是一个必然的发展趋势(武建鑫,2020)。当今时代的职业技能需求再次印证了联合国教科文组织的判断:计算思维已经成为使学习者在人工智能驱动的社会中蓬勃发展的关键能力之一(Francesc et al., 2019)。在未来充满不确定的社会,青年一代有必要系统学习并掌握计算

**[收稿日期]** 2022-08-03 **[修回日期]** 2022-10-19 **[DOI 编码]** 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2022.06.008

**[基金项目]** 中国学位与研究生教育学会面上课题“基于科教融合、产教融合的研究生教育协同育人机制研究”(2020MSA218);陕西省社会科学基金项目“陕西地方高校推进‘四个一流’建设策略研究”(2019Q020);陕西省社会科学基金“新兴交叉学科的发展逻辑及培育策略研究”(2022P085)。

**[作者简介]** 武建鑫,博士,教授,硕士生导师,陕西科技大学教育学院,研究方向:教育信息化、学科建设、学科评估(jianxinwu@sust.edu.cn);宋雨,硕士研究生,陕西科技大学教育学院,研究方向:教育信息化、STEM教育(sy173522@163.com)。

**[引用信息]** 武建鑫,宋雨(2022). 计算思维教育公平何以可能? ——《面向包容性世界的计算思维:教育工作者学习和行动的指南》的解读与启示[J]. 开放教育研究,28(6): 72-80.

思维,特别是在学校教育中接受科学有效的训练。研究表明,计算思维适用于整个教育和劳动力系统,它是解决复杂问题的技能,是学习任何学科的方法,也是适应智能时代的必要条件,我们应首先在 K-12 学科课程中整合计算思维(Angevine et al., 2017)。当然,计算思维的培养并非某一学科或某一阶段的教育能够完成,还需要探索计算思维教育的协同发展路径:一是统筹考虑信息科技课程与其他学科课程之间协同培养;二是为 K-12 教育和高等教育之间搭建计算思维衔接培养机制。

“计算思维”在国际上也引起广泛而深入的探讨。国际第三方组织相继发布了若干份重量级计算思维研究报告。比如,欧洲学校网(European Schoolnet, 2015)发布了《计算我们的未来:欧洲计算机编程及编程优先项、学校课程和行动》报告,指出计算思维在一些国家已变得越来越重要,被视为将编程融入课程的关键能力之一。国际教育技术协会(ISTE, 2018)发布的《教育工作者标准:计算思维能力》报告,是首个以“计算思维”命名的能力标准,提出的计算思维与学科教学的融合观点,在国内学术界引起了热议,对指引计算思维教学有重要的实践价值(于颖等, 2020; 胡科等, 2019)。更值得关注的是,美国“数字承诺”(Digital Promise)教育技术国家中心 2021 年 12 月发布的《面向包容性世界的计算机思维:教育工作者学习和行动的指南》(以下简称《报告》)(Mills et al., 2021)将计算思维置于包容性世界,对其内涵和外延作了界定,并从计算思维融入学科学习和如何培养教育工作者的计算思维能力层面提出了培养计算思维的行动路径。因此,了解《报告》的核心内容,归纳梳理计算思维与学科学习的整合框架与具体建议,为我国计算思维教育实践提供行动指导,具有重要价值。

## 二、内涵重塑和整合框架

目前,学界对计算思维内涵的界定,差异很大。《报告》的研发团队分别阐述了 2017 年与 2021 年计算术语的内涵、关系和变化,提出有必要将计算思维理解为一系列相互关联的技能和实践,构建使这些技能和实践一体化的计算思维整合框架。

### (一)内涵重塑

在计算思维的话语体系中,人们通常将其与编程、计算、计算机科学等概念混淆使用,不区分它们之间的区别与联系。这严重影响了计算思维教育实践。基于此,“数字承诺”教育技术国家中心 2017 年提出了由计算机科学、计算思维和编码三个概念组成的关系图,认为计算机科学(computer science)是一门学科,计算思维是计算机科学七个核心实践中的重要内容,编码(coding)是开发一组计算机可以理解和执行指令的实践,这三个概念之间存在交叉和包含关系。米尔斯等(Mills et al., 2021)在 2021 年《报告》中更新了三者之间的概念关系,增加了“计算”(computing)概念,将原来的“编码”更新为“编程”(programming): 1) 计算机科学研究计算机和算法过程,包括原理、硬件和软件设计、应用及其对社会的影响; 2) 编程是开发一组计算机可以理解和执行的指令以及调试、组织和应用这些代码解决问题的实践; 3) 计算思维是一种解决问题、设计系统和理解人类行为的方法,它借用计算机科学的基本概念,是每个人应具备的基本技能; 4) 计算是利用计算方法、模型或系统的活动或研究领域,如信息管理、计算机工程、人工智能、数据科学、娱乐媒体等。各概念之间的关系是: 计算思维与计算机科学有交集; 编程包括在计算机科学中,且与计算思维有交集; 计算是含义最广的概念,涵盖计算机科学和计算思维(见图 1)。

### (二)整合框架

为将计算思维整合到 K-12 教学和学习中,教育工作者必须界定学生的能力结构及其实现方式。《报告》认为可将计算思维转化为一系列相互关联的技能、实践和教学法,构建具有可操作性的计算思维整合框架(见图 2)。

#### 1. 计算思维技能层

“计算思维技能”处在最外层。它是使用计算工具解决问题所必需的认知过程,包括抽象、算法思维、调试、分解、模式识别、选择工具六种技能。抽象指突出问题或现象的最重要方面; 算法思维指按顺序组织步骤; 调试指反复测试,发现并修正错误; 分解指将问题分解成更小的部分; 模式识

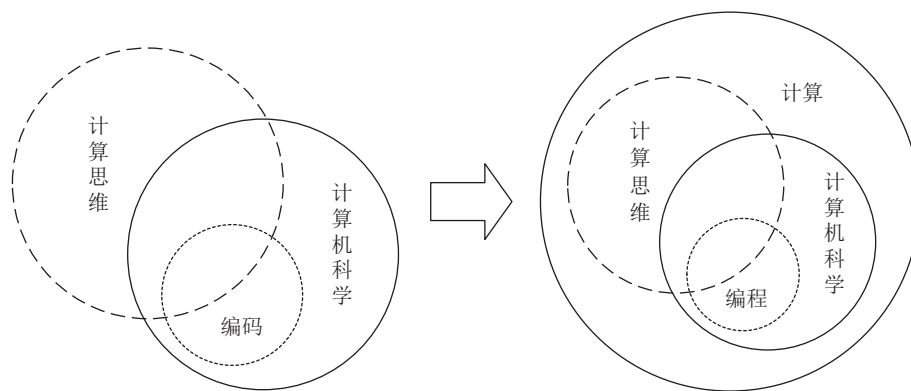


图1 计算思维相关概念的关系及其变迁

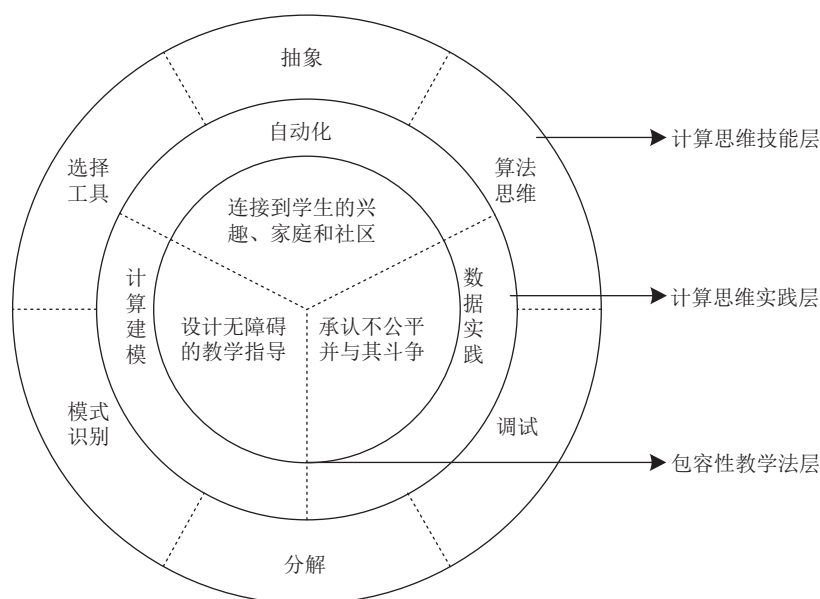


图2 计算思维整合框架

别指识别重复出现的特征、数据或关系;选择工具指选择具有适当功能的计算设备完成任务。

### 2. 计算思维实践层

“计算思维实践”处在次外层。它指结合多种计算技能解决应用问题的过程,包括自动化、计算建模和数据实践三类。自动化指为计算机开发一套系统的指令,使其能够比人类更频繁、更有效和更准确地执行任务;计算建模指使用计算工具表示复杂系统内的关系,特别是可用来表示由于时间、大小和可见性的限制而无法彻底检查的现象;数据实践指利用计算模型和方法收集、分析和可视化数据。

### 3. 包容性教学法层

“包容性教学法”处在中心层,包括:1)设计

无障碍的教学指导,指教师应使用恰当的教学策略让所有学生参与计算;2)教学设计要与学生的兴趣、家庭和社区联系起来,利用学生的经验设计与他们的家庭、社区和兴趣相关的学习机会,突出计算与生活的相关性;3)承认不公平并与其斗争,指教师支持学生认识并抵制社会边缘群体在计算机领域受到的不公正对待。

## 三、培养策略

为使计算思维教育更具包容性,教育工作者应优先考虑计算思维学习机会的公平。《报告》提供了两大策略:1)将计算思维融入K-12阶段学科,如艺术、英语语言艺术、数学、科学和社会研究;

2)开发专业的教师培训系统,提高教师将计算思维融入学科教学的能力。

### (一)将计算思维融入学科学习

《报告》认为,计算思维与其他学科问题的解决存在互补性,计算思维与学科学习具有协同作用。两者融合,有助于扩大计算思维的学习机会,学生能在不同环境中学习和应用计算思维;可将计算视为理解其他学科的工具,用计算方法创造性地解决学科问题,有助于深化学科学习。计算思维融入学科学习的策略如下:

#### 1. 利用学科学习和计算思维之间的协同作用

实现学科学习和计算思维之间的有效协同,关键在于教师的教育理念和教学设计。教师必须意识到学科教学中,他们已在部分地发展学生的计算思维(Waterman et al., 2020),要注意计算思维与学科学习之间的协同作用因教育阶段和学科目的不同而有差异。小学低年级着重培养学生的计算思维技能,设计的任务可以简单且有趣,如分解橡皮泥、设计串珠项链、对食物进行归类等。小学高年级着重培养学生的计算思维实践,开始接触许多计算工具和数据,如使用Scratch创作歌曲,使用Alice编程软件编写故事。中学阶段继续强化学生的计算思维实践训练,要求学生能选取生活实际问题并采用计算的方法解决,如让学生统计分析自己的健康习惯数据,使用电子纺织物设计正方形的艺术品,开发能够抽取文献题录信息的算法。

《报告》聚焦计算思维教育的数据实践、自动化、计算建模等关键环节,通过综合课程示例呈现了计算思维整合到小学低年级、小学高年级和中学的核心学科学习的基本做法。其中比较典型的示例为“将计算建模集成到中学双语学生的科学课程”。教师席尔法发现班上超一半学生是多语言学习者,都经历过五级飓风的破坏性影响。教师将此视为将计算思维整合到科学课程学习的机会。课程整合不仅能锻炼学生语言表达和沟通能力,还能通过科技作品与他们的家庭和社区建立联系。教师由此设计了以下问题:什么是跨语言学习?是否有机会让学生在课堂上使用跨语言?学生有哪些机会与他们的家庭和社区建立联系?学生是否

可以在课堂上用Scratch自动化处理主题、过程或现象?席尔法的教学过程如下:首先,教师为学生提供西班牙语和英语资料,以便学生从多种视角了解“玛丽亚”飓风,锻炼新语言的使用。其次,学生参与调查飓风对居民的影响,在充分考虑建模的目的和模型创建方法后,用图文结合的方式设计飓风模型,该模型能够预测飓风的路径和严重程度。接下来,教师组织学生创建Scratch计算模型,使用教师提供的多语言任务清单跟踪和保证进度。最后,学生向父母、教育工作者和专业人士展示成果。该课程不仅让学生结合亲身经历掌握了七年级科学课程标准要求的科学模型和气候相关概念,还将计算思维技能、实践和包容性教学法整合到课堂中。

#### 2. 发展低年级学生的计算思维技能

思维、素养与高阶能力的培养不是一项阶段性任务,不是等到高等教育阶段才开始。相反,它是一项系统工程,是在社会环境和教育系统的密切配合下从基础教育到高等教育整个教育链的系统性设计(武建鑫,2021)。计算思维的培养同样如此,要考虑学习者的思维发展特点和发展连贯性问题,对低龄儿童开展计算思维教育,其教学效果更为持久且成本投入更低(Cunha et al., 2007)。根据经济合作与发展组织发布的《幼儿时期的计算思维教育现状(2022)》可知,幼儿已具备掌握计算思维概念和技能的能力。幼儿期(3-8岁)是开展计算机教育和培养计算思维的关键期,早期接触计算思维对于防止刻板印象和确保所有幼儿获得数字素养发展平等机会很重要(Marina et al., 2022)。

低年级计算思维培养可聚焦抽象、分解、模式识别等技能层面,教师可将其作为解决问题的方法融入教学设计与教学过程中。教师教学设计需考虑以下问题:计算思维活动如何与学生的兴趣、学校和家庭相联系?幼儿如何恰当地参与“插电”(plugged)和“不插电”(unplugged)的计算思维技能活动中?《报告》介绍了系列“将与生活相关的计算思维融入幼儿园”的典型示例。1)“为上学做准备”案例。教师让学生根据可观察的特征将食物分类,设计中突出重要信息、忽略不相关信息,以此培养学生的抽象技能。2)“橡皮泥工作室”案例。教师让学生将日常生活分解为更细小的部

分,并制成一本迷你书与同学分享,以此培养学生的分解技能。3)“杂货店”案例。教师借助游戏帮助学生观察颜色、形状和大小等特征练习分类和标记技能。上述案例可以为教师发展低年级学生的计算思维技能提供指导。针对低年级学生,设定游戏任务可以调动他们的好奇心、激发其探索问题寻求解决方案的潜意识并以此提高儿童的问题解决能力(孙立会等,2020)。设定任务需要生活化,营造良好的计算思维培养情景。

### 3. 激发学生的能动性和目的性

当前指向计算思维教育的改革较多,但大部分资源和管理上的改进仍然无法惠及所有学生。面向包容性世界的计算思维教育还存在另一个增长极,那就是关注学生学习的能动性和改进学科学习的方式。事实上,计算思维教育的重要转向就是提供以学生为中心的学习体验,让学生决定使用什么工具、如何使用以及用于什么目的,为他们提供在课外获得经验、自主权和信心的机会。基于此,《报告》提出一个从“增强”到“转化”的谱系图(见表一)，“增强”即指导学生如何使用数据、程序和代码;“转化”即学生自己决定学习目标及为实现目标而自行操作计算工具的过程。在中间阶段,学生可以在有限范围内修改教师提供的资源(Terada, 2020)。

《报告》呈现了“数据实践中激发学生主动性和能动性”的典型案例。教师福克斯在中学科学课程中设置了探究新冠病毒传播数据的主题。他提出以下问题:哪里可以找到与学生兴趣和生活相关的数据?如何支持学生提出可以用数据回答的问题?是否为学生留出考虑数据源中存在偏见的空间?福克斯首先让学生根据他们对疫情的关注

点提出问题,然后引导学生修改问题以使用数据作答。例如,学生最初提出“为什么冠状病毒如此致命?”,后修订为“与其他冠状病毒相比,新冠病毒是否会导致更多的人死亡?”接下来,教师组织学生收集疾病预防控制中心等平台的数据并对其分析,要求学生考虑每个数据源的相关性、有效性及隐含的偏见。最后,学生利用通用在线数据分析平台处理数据,生成原创性的信息图表、公告或文章,将结果传给社区。这次经历对学生非常宝贵,因为没有现成答案,学生完全依赖自身的技能实现与现实世界的交互。

### (二)提高教师计算思维教育能力

由上可知,计算思维融入学科学习的教改思路具有可行性,且在相当多的案例中取得了成功。然而,这种由教师开展的教学实践案例难以确保地区内各学校之间、各班级内计算思维教育实践的一致性,由此会导致处于边缘的学生学习计算思维的机会越来越少。基于此,《报告》讨论了学区和学校内扩展和维持计算思维整合的策略,如促进学区和学校之间的共同领导,为职前和在职教师设计专业培训。

#### 1. 促进地区、学校和教师之间的共同领导

美国各州计算思维教育政策存在脱离学校发展实际的情况,没能按照教育工作者的需要提出实施建议。地区领导者也无法独立完成各校一致、逐年进步、基于学生能力的发展目标,他们必须与学校和教师配合,共同确定更具包容性的计算思维发展途径。鉴于计算思维教育通常被视为课后活动或高级课程的延伸,地区领导者一直无法解决由此带来的教育不公平问题。“数字承诺”组织建议采用“地区赋能”的方式实施计算思维。地区

表一 计算思维实践从增强到转化的谱系

计算思维实践	增强—————>转化		
	自动化	按照提供的计算机程序指示获得特定结果。	选择一个计算机程序解决问题。
计算建模	使用模拟探索系统各部分之间的关系。	分析(解码)模拟以揭示系统各部分之间的关系以及模拟与现实世界的相似程度。	修改代码或创建计算模型以包含因果关系和系统各部分之间的关系。
数据实践	收集少量的预定数据,学生按照说明进行数据可视化。	使用在线调查平台收集数据并使用电子表格创建数据可视化。	使用 CODAP 等计算工具分析大型二手数据集,学生自己筛选最优方案,使数据有意义和可视化。

教育管理部门向教师提供技术和项目,如 Scratch、Code.org 和 Project Lead the Way; 教师按照项目主题将技术工具嵌入创客学习或 STEAM 教育。最后,地区所有学校基于学生的知识和能力开展教学,如算法、数据和计算建模的学习(Burke et al., 2019)。《报告》重点介绍了塔拉迪加县公立学校设计的 K-12 计算思维整合案例。该县处在农村地区,有许多处于计算教育边缘的学生。该地区管理部门利用现有的跨学校教师领导者组建了路径开发团队。该团队通过夯实计算思维的教育基础,开发 K-12 计算思维途径,设计包容性学习机会三个过程,实现地区、教育管理者、教师的共同领导。首先,团队成员阐明该地区 K-12 计算教育路径愿景,即重视学生学习计算的机会,希望学生能在技术驱动的劳动密集社会中茁壮成长,进而能够促进该地区的经济发展。然后,团队成员参考本州的“数字素养和计算机科学标准”等相关学科标准(DLCS, 2017),确定符合当地的计算思维能力,并绘制学科标准和计算思维能力相联系的“能力地图”,方便教师参考。最后,塔拉迪加县的教师和领导组成一个委员会,为计划实施开发包容性评估工具,确保整合包容性教学法的实施效果。在塔拉迪加县,这种合作已被认定是发展计算思维的强有力途径。

## 2. 开发可持续的、个性化的专业培训机会

大多数教育工作者没有强大的计算机科学背景,且各类教育培训项目尚未纳入计算方法课程或包含计算思维实践,因此教师往往难以识别计算概念和核心内容之间的联系,对计算思维教学带来诸多挑战。因此,教师非常期望教育管理部门能够提供计算思维的教育项目,获取开展计算思维融入学科课程的操作方法,提升教学信心及教学效果(Rich et al., 2017)。“数字承诺”团队采访了 120 位教师,得知教师们一致希望获得的是持续的专业培训、概念清晰的术语、示范课例、评估学生的标准、教师计算能力的认知反馈。由此可知,教育管理部门应为教师提供可持续的、个性化的培训机会和充足的辅助资源,以便提升教师的计算思维教学水平。

教育管理者顶层设计要考虑以下问题:所在地区的教师对计算思维的整合了解多少?教师需要学习什么?教师有无整合计算思维的专业学习社群?

《报告》重点介绍了“针对小学教育者的差异化和准备阶段的专业培训”案例。2020 年 1 月起,纽约市十所公立小学实施“明日计划”(Project Tomorrow)。这些学校绝大多数学生被计算思维教育边缘化,3-5 年级教师多数没参加过任何计算思维或计算机科学的专业培训。该计划基于教师个人需求制定专业的学习模式,首先评估教师的准备情况,然后根据评估结果为教师定制个性化的专业培训方案,还开放在线学习平台方便教师学习交流。该项目实施六个月后,教师对计算思维概念的理解有所提升,个性化培训方案使教师更加了解班级的实际,对处于计算思维边缘的学生群体提供更适切的教学方案。实践证明,这是一个可持续、可复制的教师专业培训模式。新学年纽约市 20 所学校将复制该模式。

## 3. 将计算思维融入职前教师培训计划

计算思维教学创新的可持续性还取决于新进教师是否具备良好的计算思维素养。可行的做法是在职前教师培训计划中嵌入计算教学指南。新进教师刚步入教学岗位,就需具备利用计算思维进行学科教学的能力。然而,现有为中小学教师准备的将计算机科学或计算思维整合到其他教学领域的课程培训并不多见(Vegas et al., 2020)。为解决这些问题,亚达夫等(Yadav et al., 2017)提出计算思维成功融入教师培训计划的建议:1)建立计算机科学教育者和其他教师的伙伴关系,促进计算思维技能和实践与各学科课程的融合;2)在教育技术课程中介绍计算思维;3)通过方法课程将计算思维实践应用于学科领域。

鉴于中小学校对精通计算思维教育的学科教师的需求,纽约市立大学一直致力于开发具有计算思维知识的教师队伍,《报告》根据纽约市立大学——豪斯托斯社区学院的创新举措,介绍了“在入门教育职业培训中的计算思维和通用学习设计”案例。豪斯托斯社区学院将计算思维和通用学习设计整合到教育技术课程中,为教师提供模拟包容性教学法和项目式学习的机会。在整合前,教师需要考虑以下问题:通用课程的学习设计和计算思维之间的协同作用是什么?两者能否融合?为支持职前教师学习整合计算思维,高校教师需要具备哪些知识?豪斯托斯社区学院最终修订的教育技术

课程包括四个模块:数字素养和公民身份、“不插电”的计算思维和教学设计、提高学生可访问性和通用学习设计、计算思维与数字伦理的应用。四个独立模块的教学采用项目式教学和翻转课堂等方法,每个职前教师尝试模仿包容性教学法并被鼓励将其融入教学实践,为学生提供更多了解包容性和计算思维的机会。

#### 四、简要反思

近年来,我国非常重视计算思维教育。教育部颁布的《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》(中华人民共和国教育部,2018)和《义务教育信息技术课程标准(2022年版)》均将“计算思维”作为核心素养之一(中华人民共和国教育部,2022)。但计算思维教育实践尚处于起步阶段,教师对计算思维缺少清晰的认知,缺乏落实计算思维培养的经验储备。《报告》提出的计算思维整合框架,值得我国借鉴。

##### (一)确立计算思维融入课程的理念

尽管计算思维具有明显的计算机科学特征,但作为一种高阶能力,义务教育阶段计算思维的培养不可能仅依托信息技术课程完成。《报告》“将计算思维融入学科学习”的理念扩展了教育工作者的思路。根据欧盟委员会(European Commission, 2022)发布的《义务教育计算思维研究》可知,计算思维融入义务教育课程有三种方法:一是作为跨学科课程的一部分;二是作为独立学科的一部分;三是包含在其他学科中。在我国,义务教育阶段的计算思维教育仍以信息技术学科为主要载体,且在教学过程中主要围绕 Word、Excel、Powerpoint 和网络应用等基础知识讲授展开,学生开展思维反思和实践探究较少。为扭转我国义务教育阶段计算思维教育迟滞不前的现状,让更多学生深度参与计算思维学习,有必要基于国情探索计算思维与各学科课程整合的措施。1)除信息技术学科教师外,其他学科教师应充分关注本学科的本质特征,对照计算思维整合框架,研读本学科和信息技术学科的课程标准,挖掘学科中蕴含的计算思维技能和实践。例如,对语文和英语的写作模块,教师可通过分解文章结构锻炼学生的分解和抽象技能;生物教师可让

学生收集水源数据探究身边的水质问题。2)教师依托 STEM 课程开展计算思维教育。STEM 教育是培养计算思维的天然沃土(李幸等,2019),即将 STEM 课程视为计算思维培养的重要途径,依托其高度的整合性和包容性,在解决真实问题的过程中跨越计算机科学边界培养计算思维。

##### (二)构建更具包容性的计算思维课堂

联合国教科文组织(2021)面向全球发布《共同重新构想我们的未来:一种新的教育社会契约》,强调世界正处于一个新的转折点,知识和学习是革新和转型的基础,但世界上广泛存在着不平等现象,教育尚未满足人们建立一个和平、公正和可持续发展未来的需要。教育公平是社会公平的基础,不仅是国际社会共同追求的教育理想状态,也是我国政府推进教育改革的基本价值取向。新时代的教育追求公平与质量的统一,更加关注人的发展,为每个人提供适合的教育(冯建军等,2022)。在人工智能时代,计算思维已成为使学习者在人工智能驱动的社会中蓬勃发展的关键能力之一,每位公民都应享有接受计算思维教育的机会。然而,当前计算思维教育实践因区域和学校之间计算资源配置的不均衡而存在受教育机会的差异。短期内资源配置或许很难发生大的变化,但实现计算思维教育机会公平的目标非常迫切。基于此,我们将改革的重心聚焦教育工作者的教学方式,教师通过创造合适的计算思维学习环境,在课程教学中充分体现包容性以突破现有资源的束缚。具体做法如下:1)教育工作者考虑不同年级学生的知识基础设计教学。在低年级,教师通过设计“不插电”的计算机科学活动激发学生学习兴趣和培养学生对计算的理解;在中高年级,教师利用线上教学资源,如计算思维微课程、可视化编程软件、在线学习社区和虚拟仿真实验室等缓解资源不完备的不足,实现学生公平参与的愿景。2)教育工作者要基于同一班级不同学生计算基础的差异,通过分组探究、分层教学等尽可能照顾每位学生,如尽量选择与学生生活经验契合度高的项目,设置阶梯型难度的任务满足不同学生的需求。教师可以采用组内异质、组间同质的分组方法,发挥学生之间的协同作用,营造和谐共进、互帮互助的课堂文化氛围。必要时,教师可



设计学习任务单,为学生提供学习支架,帮助学生实现计算技能的进阶,提高学生对计算的自我效能感。

### (三)提升任课教师计算思维教学能力

当计算思维教育的改革聚焦如何教时,我们不能仅从学生角度考虑课程建设、教学设计和资源设备的供给。学生计算思维能力的培养还取决于教师对计算思维的基本认知、计算思维与学科课程之间的关系建构、计算思维教学技能。《报告》从未来师资队伍建设的角度提出了职前教师计算思维的培养体系,这为我们提供了启示。具体来说,计算相关专业的职前教师,可在专业课程中直接挖掘和扩展其蕴含的计算思维内容,全面提升计算思维教学设计和实践能力。其他专业的职前教师需分析所在学科的思维与计算思维的相似点,并将其发展为计算思维与学科融合的起点;还可以通过“计算机导论”“现代教育技术”等课程加强教师对计算机学科基本概念的理解,在STEM、创客等课程的研修中加入计算思维培养目标。事实上,除了着眼于未来师资队伍建设,我们更应该立足当下,通过完善现有计算思维培训体系,提升在职教师的计算思维教学能力。当务之急是拓宽教师培训范围,尤其要把学科教师纳入培训体系。同时,教育管理部门要做好顶层设计,提供多元的培训项目、制度保障、经费支持,创设有利于教师计算思维教学能力持续发展的共同体环境(张文兰等,2020)。新进教师应当更加重视对计算思维内涵与实践逻辑的理解,实现计算思维融入学科教学的内在认同,丰富可行的课程范例;教学经验丰富的教师,可通过案例分享的方式,探寻学科内容与计算思维的契合点及计算思维融入学科课程的技术路线。当然,培训效果还取决于教师主观能动性的发挥,教师要注意灵活运用资源,主动学习适用于计算思维教育的编程软件,与线上同行或专家交流学习。

### [参考文献]

- [1] Angevine, C., Cator, K., Roschelle, J., Thomas, S. A., Waite, C., & Weisgrau, J. (2017). Computational thinking for a computational world[R]. [2022-07-25]. <https://digitalpromise.dspacedirect.org/handle/20.500.12265/62>.
- [2] Burke, Q., Roschelle, J., Angevine, C., O'Donnell, K. A., Smith, K., & Weisgrau, J. (2019). Development inclusive K-12 computing path-

ways for the league of innovative schools[C]. Research on Equity and Continuous Participation in Engineering, Computing, and Technology (RESPECT), 1-1.

[3] Cunha, F., & Heckman, J. (2007). The technology of skill formation[J]. The American Economic Review, 97(2): 31-47.

[4] European Schoolnet. (2015). Computing our future: Computer programming and coding Priorities, school curricula and initiatives across Europe[R/OL]. [2022-04-18]. [http://www.eun.org/documents/411753/817341/Computing+our+future\\_final\\_2015.pdf/d3780a64-1081-4488-8549-6033200e3c03](http://www.eun.org/documents/411753/817341/Computing+our+future_final_2015.pdf/d3780a64-1081-4488-8549-6033200e3c03).

[5] 冯建军,高展(2022).新时代的教育公平:政策路向与实践探索[J].东北师大学报(哲学社会科学版), (4): 16-23.

[6] Francesc, P., Miguel, S., Axel, R., & Paula, V. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development[R]. [2022-10-16]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>.

[7] 胡科,江凤娟,丁旭(2019).计算思维培养中教育者的角色分析——基于2018年ISTE《教育者计算思维能力标准》的解读与启示[J].现代教育技术, 29(9): 39-45.

[8] International Society of Technology in Education. (2018). ISTE Standards for educators: Computational thinking competencies [EB/OL]. [2022-05-03]. <https://www.iste.org/standards/computational-thinking>.

[9] Joint Research Centre (European Commission). (2022). Reviewing computational thinking in compulsory education: State of play and practices from computing education[R/OL]. [2022-07-25]. [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC128347/computhink\\_ii\\_-\\_final\\_report\\_-\\_upload\\_compressed.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC128347/computhink_ii_-_final_report_-_upload_compressed.pdf).

[10] 李幸,张屹,黄静,张敏,张岩,王珏(2019).基于设计的STEM+C教学对小学生计算思维的影响研究[J].中国电化教育, (11): 104-112.

[11] 联合国教科文组织(2021).共同重新构想我们的未来:一种新的教育社会契约 [EB/OL]. [2022-07-30]. <https://www.sinoss.net/c/2021-11-11/567438.shtml>.

[12] Marina, U. B., Strawhacker, A., & Amanda, A. (2022). The state of the field of computational thinking in early childhood education[R/OL]. [2022-07-18]. <https://doi.org/10.1787/3354387a-en>.

[13] Massachusetts Department Of Elementary And Secondary Education. (2017). Digital literacy and computer science (DLCS) standards [EB/OL]. [2022-07-30]. <https://www.doe.mass.edu/stem/dlcs/?section=planningtools>.

[14] Mills, K., Coenraad, M., Ruiz, P., Burke, Q., & Weisgrau, J. (2021). Computational thinking for an inclusive world: A resource for educators to learn and lead[EB/OL]. [2022-07-25]. <https://digitalpromise.org/dspace/computational-thinking-for-an-inclusive-world-a-resource-for-educators-to-learn-and-lead/>.

[15] Rich, P. J., Jones, B. L., Belikov, O., Yoshikawa, E., & Perkins, M. (2017). Computing and engineering in elementary school: The effect of yearlong training on elementary teacher self-efficacy and beliefs about teaching computing and engineering[J]. International Journal of Computer Science Education in Schools, 1(1): 1.



[16] 孙立会, 王晓倩(2020). 计算思维培养阶段划分与教授策略探讨——基于皮亚杰认知发展阶段论 [J]. 中国电化教育, (3): 32-41.

[17] Terada, Y. (2020). A powerful model for understanding good tech integration[EB/OL].[2022-07-30]. <https://www.edutopia.org/article/powerful-model-understanding-good-tech-integration>.

[18] Vegas, E., & Fowler, B. (2020). What do we know about the expansion of K-12 computer science education?[EB/OL].[2022-07-25]. <https://www.brookings.edu/research/what-do-we-know-about-the-expansion-of-k-12-computer-science-education/>.

[19] Waterman, K. P., Goldsmith, L., & Pasquale, M.(2020). Integrating computational thinking into elementary science curriculum: An examination of activities that support students' computational thinking in the service of disciplinary learning[J]. Journal of Science Education and Technology, 29(1): 53-64.

[20] 武建鑫(2020). 重塑自身以塑造未来: 人工智能时代的“MIT 方案” [J]. 比较教育研究, 42 (02): 24-31.

[21] 武建鑫(2021). 面向创新驱动发展战略的新型研究型大学实践路径研究 [J]. 高校教育管理, 15 (03): 12-23.

[22] Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H.(2017). Computational thinking for teacher education[J]. Communications of the ACM, 60(4): 55-62.

[23] 于颖, 谢仕兴(2020). 让计算思维为智能时代的教育赋能——ISTE《计算思维能力标准(教育者)》解读及启示 [J]. 远程教育杂志, 38 (3): 38-46.

[24] 张文兰, 闫怡, 刘盼盼(2020). 教育者计算思维教学能力及其发展路径——美国 ISTE《教育者标准: 计算思维能力》解读与启示 [J]. 中国远程教育, 41 (7): 60-68.

[25] 中华人民共和国教育部(2018). 普通高中信息技术课程标准(2017 年版)[S]. 北京: 人民教育出版社: 5-6.

[26] 中华人民共和国教育部(2022). 义务教育信息科技课程标准(2022 年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社: 5-6.

(编辑: 赵晓丽)

## Can Computational Thinking Enhance Educational Equity?——Interpretation and Enlightenment of Computational Thinking for an Inclusive World: A Resource for Educators to Learn and Lead

WU Jianxin & SONG Yu

(School of Education, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710000, China)

**Abstract:** *With the support of continuously updated technical resources, the differences within the education system are inevitably expanding the unfairness of receiving computational thinking education opportunities. In December 2021, the National Center for Digital Commitment Education Technology of the United States released the cutting-edge report on computational thinking education, Computational Thinking for an Inclusive World: A Resource for Educators to Learn and Lead. The report first made a systematic analysis of the connotation and changes of computational thinking, then proposed an integrated framework for computational thinking, and finally proposed a training strategy for an inclusive world. In response to the current practice of computational thinking education in China, education management departments should systematically review the cutting-edge changes in computational thinking education, encourage teachers to integrate computational thinking into the teaching of various courses, strive to create an inclusive computational thinking classroom, and provide teachers with training opportunities for computational thinking courses.*

**Key words:** *Computational Thinking; an inclusive world; educators; action direction*