

# 基于计算思维教育的国外小学教学案例研究

陈丽婷 徐晓东

(华南师范大学教育信息技术学院, 广东广州 510631)

**【摘要】**计算思维是当今备受关注的涉及计算机科学本质的概念。自2006年,美国的周以真教授第一次给出了计算思维的定义后,众多学者纷纷展开相关的研究,促进计算思维技能的培养。2011年,国际教育技术协会(ISTE)与计算机科学老师协会(CSTA),开发出了计算思维教师资源,这其中包括针对K-12教育的计算思维的操作性定义,并根据该操作性定义设计出K-12教育中各学科的教学案例。这些教学案例不仅对美国计算思维教育有指导作用,对我国计算思维教育的推广也有相当高的借鉴意义。因此,本文选择了其中的一个小学的教学案例,通过分析,研究这些教学案例是如何将计算思维的内容整合到跨学科的教学内容中以及在跨学科的教学如何体现计算思维的教学内容。

**【关键词】**计算思维;操作性定义;小学教学案例

## 一、背景

计算思维是近几年一个颇受关注的涉及计算机科学本质问题的概念。然而,计算思维并不是近几年才出现的一个全新的概念,只是人们近几年才开始关注计算思维,使“计算思维”备受关注并成为研究热点。代表人物是美国卡内基·梅隆大学的周以真(Jearmette M. Wing)教授。

2006年3月,时任美国卡内基·梅隆大学(CMU)计算机科学系主任,现任微软全球资深副总裁的周以真(Jearmette M. Wing)教授,在美国计算机权威刊物《Communications of the ACM》上发表论文,首次提出了“计算思维”的概念。根据周以真教授的界定,计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计、以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动<sup>[1]</sup>。周以真教授认为计算思维不仅仅属于计算机学家,也应该是我们每个人都应具备的基本技能。与掌握“读写算(Reading, wRiting, and aRithmetic——3R)”一样,在这个时代还要学会计算思维。从此计算思维不仅仅只属于计算机学家和科学家,它变为当今社会每一个人应该具备的基本技能。现在的学生需要计算思维技能以满足未来的人才要求,并帮助解决自己遇到的一些最紧迫的、棘手的问题。自周以真提出计算思维概念以来,世界各国针对如何培养计算思维展开了一系列的研究<sup>[2]</sup>。

## 二、计算思维教师资源

计算思维的本质是当面对一个问题时像计算机科学家那样思考。周以真教授号召在学校提供计算思维教育

的行动<sup>[3]</sup>。然而,在没有教学大纲的情况下,要在中小学开展计算思维教育,需要教师的支持以及必要的材料和脚手架以支持教师实现计算思维教学。2011年,为了将计算思维带入美国的K-12教育中,在美国国家科学基金会(NFS)的支持下,国际教育技术协会(ISTE)与计算机科学老师协会(CSTA),开发出了计算思维教师资源<sup>[4]</sup>,该资源包括针对K-12教育的计算思维的操作定义、计算思维的词汇和进阶图表、计算思维学习经验(CTLEs)、计算思维的使用场景。

该教师资源指出,作为教育工作者,应该帮助现在的学生获得计算思维技能,未来在医学、历史、法律、教育或其他领域的专业人士,在解决问题都将是有价值的贡献者。然而,没有一个学科能独自承担起确保当学生高中毕业时对计算思维非常熟练。而且,解决问题的技能,随着学生年龄的增长会越来越复杂,关键是小学教师奠定了贯穿学生学术生涯、支撑技能发展的适龄活动的基础。因此,需要全部学科的教师一起介绍、强化和评估计算思维教育。CSTA和ISTE有意将计算思维教师资源做成介绍材料包,真正地帮助和激励不教计算机科学的教师,使不教计算机科学的教师将计算思维作为自己职业发展的一部分,将计算思维带到教室。

该教师资源是为教师提供必要的材料和脚手架以支持教师实现计算思维教学。需要强调的是,计算思维不是一个“新的”东西,大多数教师可能已经在自己的教室中培养计算思维的技能,但可能连自己都不知道。因此,为了让教师了解计算思维,并能够在他们的教学中识别和强化计算思维,CSTA和ISTE给出的计算思维教师资源中,其中还设计出了计算思维学习经验(CTLEs),即跨学科中(非信息技术学科)计算思维教育的教学案

例, 这些教学案例是根据计算思维操作性定义、计算思维的词汇和进阶图表等设计出来的跨学科教学案例, 其中最主要的设计依据是计算思维的操作性定义。本文将重点介绍开发的教师资源中的计算思维的操作性定义和跨学科的教学案例。这其中将重点关注操作性定义如何在这些教学案例中体现出来。

### (一) K-12 计算思维教育的操作性定义<sup>[5]</sup>

2011年, 为支持K-12教育中的教师进行计算思维教学活动, CSTA和ISTE联合高等教育、工业、教育中的领导者共同协作, 开发出了一个关于计算思维的操作性定义, 以帮助教育者理解、价值, 并实现计算思维在k-12教育方面的思考, 希望将计算思维教育带到K-12的正式教学中。

该操作性定义强调计算思维是一个问题解决的过程, 该过程包括(但不局限于)以下特点:

1. 以某种方式阐述问题, 并且使我们能够利用计算机和其他工具解决它们。
2. 合理地组织和分析数据。
3. 通过一些抽象方法(如模型、模拟)来呈现数据。
4. 通过算法思想(一系列有序的步骤), 制定出自动化的解决方案。
5. 识别、分析、实施可能的解决方案, 旨在达到步骤与资源的最有效的整合。
6. 将这种问题解决过程推广迁移到各式各样的问题。

这些技能的提高, 支持问题解决需要一组性格和态度的支持。这些性格和态度对培养计算思维是必不可少的, 它们包括:

1. 解决复杂问题的信心。
2. 面对困难时的坚持。
3. 对于歧义(模棱两可)的容忍。
4. 解决开放式问题的能力。
5. 为了达到共同的目标或解决方案, 与他人沟通协作的能力。

这个操作性定义提供了一些关于计算思维的框架和概念, 为中小学(K-12)教育工作者开展计算思维培养提供了重要的指导意义。

### (二) 计算思维学习经验(CTLEs)

计算思维教师资源中的计算思维学习经验, 即跨学科(非信息技术学科)中计算思维教育的教学案例, 这些计算思维教育的教学案例主要是根据开发的计算思维的教师资源中的操作性定义设计的。也就是说, 设计这些教学案例的教学环节和过程时会包含操作性定义的内容, 体现计算思维技能的培养。

计算思维的教师资源中的教学案例是为美国K-12教育中计算思维教育服务的, 所以给出的9个教学案例几乎涵盖K-12教育中所有年级和学科。这些教学案例旨在阐明计算思维的格式, 使教师在课堂中熟悉。但是这些教学案例并不是全面整合了全部的计算思维内容, 给出这些案例的意图是为教师提供指导和可以理解的例子, 并在自己的教学计划中使用。

本文选取九个案例其中的一个小学的教学案例, 介绍这个教学案例的目的是为了了解这些教学案例是如何将计算思维的内容整合到跨学科的教学内容中以及在跨学科的教学内容中如何体现计算思维的教学内容。

## 三、小学计算思维教育的教学案例

笔者从教师资源中的教学案例中选取了小学阶段的一个教学案例。主要是通过分析这个教学案例, 了解设计涉及计算思维教育的教学时如何利用操作性定义将计算思维的内容整合到跨学科的教学内容中以及在跨学科的教学内容中如何体现计算思维的教学内容。

### (一) 教学案例: 二年级的语言艺术课(Language Arts Grades PK-2)

这个教学案例是美国二年级的语言艺术课, 首先简单介绍一下这节课的教学目标和教学内容。本节课的教学目标是学生能够提供一组连续的指示完成一个任务。本节课的活动集中让学生使用语言给出明确的指示。课堂一开始的活动侧重于使用词汇, 如向前/向后, 左/右, 可能还会联系度或角度(如直角)和采取步骤的数量。最后还会给出一些扩展活动, 让学生做一些其他任务, 扩展活动是锻炼学生将这种提供指示的能力推广转化到不同的情境中。

这节课主要教学环节可以总结为“情境导入”、“教授新课”、“扩展活动”、“迁移应用”。下面介绍每个教学环节的具体内容:

#### 第一个环节: 情境导入

一开始的教学活动始于教师陈述一个问题或情境: “我的眼睛累了, 我不能看清楚。我不知道从我这里怎么到门那里。”对于非常小的孩子, 可以以开放式的方式开始提出问题: “我要怎么做呢?”对于大一点的孩子, 活动可以开始有更多的指令, “给我方向如何去...”这一活动作为课堂的热身活动或口头语言发展的一部分, 关注左或右, 向前或向后等词汇。水平的复杂性主要取决于学生的发展水平和他们的写作能力。

#### 第二个环节: 教授新课

教师创设了一个情境, 抛出了一个问后, 随机找出一个学生, 让他给教师指示走到门边。然后主要按以

下步骤进行:

1. 教师对指定的一个学生说:“请给我指示到达前面的门。我只会做你告诉我的……XXX(指定的一个学生的名字),你能给我第一个方向?”这时,教师要注意不要润色学生的指示,超出学生提供的指示,明确按学生给出的指示做。允许学生基于你如何移动做出他/她自己的反应。

2. 作为教师,遵循学生陈述的指示。如果学生只是说“走”,那么随机行走,不要转变方向且不要停止。鼓励学生提供他能够指导教师的尽可能多的语言。如果学生有计算能力,要求他估计在每个方向有多少步骤。让学生给教师指示转的方向,左或右。

3. 在最后达到目标(门),要求该学生重申方向。如果他不能重申方向,让全班一起帮助教师填写缺少的步骤。

第三个环节:扩展活动

扩展活动主要有四个方面的内容,通过这个环节将强化指示的相关知识。

1. 首先,让孩子们写指示,两人一组,然后按给出的指示付诸行动,一个做动作,一个检查。引导学生根据他们的经验修正他们的指示。

2. 堵住一条路径。让学生找到一个替代方法去门口。

3. 要求学生找到门的三种不同的途径。让他们评估哪一个是最快或最有效的途径。这对学生应该能够解释为何一个途径比另一个更有效率。

4. 让学生提供一系列明确的指示做其他任务。例如:

(1) 创建一个共同的午餐条款如花生酱和果冻三明治。

(2) 描述做这些具体类型的数学问题的步骤。

(3) 描述如何完成他们选择的一个特定任务——从刷牙到演奏一个乐器或执行一个特定的舞蹈动作。

这些活动加强了排列顺序和一系列不正确步骤的影响。让学生能够逻辑地思考第一、第二、第三发生的,这对思考如何完成任务是至关重要的。找到替代的方式来完成同样的事情,并让学生在条件改变的情况下,寻找替代品。

第四个环节:迁移应用

迁移应用环节主要是将本节课学习的提供指示的内容联系到生活实际,联系到和提供指示相关的职业,思考相关问题。具体有:

1. 警察和消防部门经常在紧急情况下使用这一技能。当道路被阻塞时,会发生什么?他们如何提供准确的信息给别人,告诉他们怎么到达紧急的地方?

2. 一般的厨师和主厨用指示来准备你的食物。想象

一个食谱你父母从未使用过,怎样才能使这道菜做对?

3. 科学家在许多方面使用指示。有时他们想重新做一个别人做过的实验,那就需要知道最初已经做了的实验的确切顺序。如果他们在实验成功前已试过多次实验,这是尤其正确的。

(二) 教学案例分析

介绍完这节课的全部内容,接下来总结一下该堂课包含的计算思维技能和态度,教学策略以及证明达成教学目标 and 计算思维相关内容教学的证据。

首先,包含在教学案例中的计算思维技能和态度:通过算法思想(一系列有序的步骤),制定出自动化的解决方案;识别、分析、实施可能的解决方案,旨在达到步骤与资源的最有效的整合;将这个问题解决过程一般化,推广迁移到各种各样的问题中;对不确定性或模糊事物的承受力;对于歧义(模棱两可)的容忍。

下面提供一个表格,描述具体哪些教学环节的设计是为计算思维教学服务的以及体现了计算思维的哪些内容(如下表)。

教学环节中体现的计算思维(操作性定义)

教学环节		操作性定义
教授新课	请给我指示	学生被要求提供准确、连续的方向,不能假设。这里强调的算法思维:用一系列要求的步骤解决问题或达到一些目的
	写指示	一组学生将路径按段分解,按他们所看到的建立指示。这里强调问题分解:将任务分解成更小、易于管理的部分
扩展活动	找到一个替代方法	培养学生对不确定性或模糊事物的承受力
	评估路径	看着供替代的选项,要求学生分析这些方案中哪个是最有效的解决方案
	做其他任务	这里培养学生能将创建指示的这个经历一般化和转移到需要这种能力的其他情况下
	写指示	一组学生将路径按段分解,按他们所看到的建立指示。这里强调问题分解:将任务分解成更小、易于管理的部分

以下的证据可以证明这节课完成了教学目标:

1. 任务最终被执行。
2. 当指出的方向或顺序步骤是不正确时进行修改。
3. 在受到质疑,学生能够找到一个更直接的方法来完成这项任务。或者,如果原来的方向是准确的,学生能够提供另一种方式,解释了为什么选择不是最有效或直接。

最后,分析本节课使用的教学策略:本节课的活动利用角色扮演活动是一种以学生为中心的活动。扩展活动包括独立练习,可以组成对或个人进行,也可以在家里进行。不管是在教室还是在家中练习,都要求成人(和学生合作伙伴)遵循指示,就是接受孩子的指示和让孩子思考什么可能是没用的。允许孩子创建替代或修复序列中的错误或指示,对孩子开放误差分析以及创造性的

解决问题是至关重要的。

通过对该案例的分析可以发现,对于其他学科的教学,计算思维并不是一个新的东西,并不需要教师对自己的平常的教学进行大整改。对于课堂中要培养的计算思维技能,也不是要求其全部内容都要涉及到,可以根据自己课堂的需要,根据操作性定义,整合其中的一部分内容即可。因此,对于其他学科中的计算思维教育,需要教师在保证原有的教学目标的基础上,将其整合进自己已有的教学中,并不需要过多的设计。有一些教师甚至已经在自己现今的日常教学中涉及到计算思维的教学内容,但教师本人还未察觉到。

#### 四、结束语

计算思维是当今研究的一个新领域,越来越多的专家学者关注到这个新兴的理念,并做出一些有益的探索。目前,围绕计算思维的多种解释,可以看出教育者对计算思维缺乏清晰认识<sup>[6]</sup>。K-12教育中计算思维操作性定义和教学案例,可以帮助教育者识别和强化计算思维教学。

国内一些学者也纷纷开展了计算思维教育相关的研究,目前,国内关于计算思维教育的研究还主要集中在大学、高职高专院校,而且还局限于计算机相关的专业和学科;再者,中小学计算思维教育的研究甚少,关于计算思维教育局限于信息技术学科,且开展得不够深入,只有极少数学校利用Scratch, App Inventor等工具展开计算思维教育活动。

反观国外,国外已经将计算思维教育在中小学(K-

12)开展的同时,不仅是在信息技术学科而且包括其他非信息技术学科。因为没有—个学科能够独自承担起计算思维教育的全部责任,需要各学科的老师共同承担计算思维的教学任务。因此,计算机科学教师协会(CSTA)和国际教育技术协会(ISTE)开发出了K-12计算思维教育的操作性定义,并据此设计出教学案例,供各学科教师借鉴使用。虽然国外的教学内容和教学目标和国内不尽相同,但是分析这些案例,最终是想借鉴计算思维和教学内容整合的方法。因此,该操作性定义和这些教学案例对国内推广计算思维教育也具有指导意义,特别是中小学。然而,国内没有人根据提出的操作性定义在中小学开展类似的计算思维教学,这个操作性定义和这些教学案例是否适合于中国中小学的课堂实践,未来的研究可以在这些方面进行探究。

#### 参考文献:

- [1] Wing J M. Computational Thinking. Communication of the ACM, 2006, 49(3):33-35.
- [2] 徐晓东,乔世伟.计算思维:从小学至高中《信息技术》教育的新目标[J].教育信息技术,2015,(5).
- [3][6] Shuchi Grover, Roy Pea. Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field[EB/OL]. <http://edr.sagepub.com/content/42/1/38>, 2013-1-19.
- [4][5] Operational Definition of Computational Thinking for k-12 Education [EB/OL]. [http://www.iste.org/Libraries/PDFs/Operational\\_Definition\\_of\\_Computational\\_Thinking.sflb.ashx](http://www.iste.org/Libraries/PDFs/Operational_Definition_of_Computational_Thinking.sflb.ashx), 2012-04-15.

责任编辑:欧阳慧玲

(上接第20页)优秀骨干教师,评选一批典型示范项目以及示范学校,发挥辐射带动作用,提高教育信息化的整体水平。

#### (四)以教研为引领,提高应用广度深度

“人人通”使所有教师和学生都拥有实名的网络学习空间,教与学、教与教、学与学全面互动,真正把技术与教学实践的融合落实到每个教师与学生的日常教学活动与学习活动中。因此,教育主管部门和学校管理者需要创新机制,利用“人人通”平台开展网络教研,激励教师积极开展“人人通”教学应用课题研究,调动教师教育科研的积极性,在促进信息技术与学科教学深度融合的有效模式、提高网络学习空间有效应用等方面广泛应用、深入探究,提高“人人通”应用对教育教学工作的实效性。

#### 参考文献:

- [1] 国务院.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[DB/OL].[http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe\\_838/201008/93704.html](http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_838/201008/93704.html).
- [2] 广东省教育发展“十二五”规划[DB/OL].[http://zwgk.gd.gov.cn/006939748/201111/t20111118\\_292717.html](http://zwgk.gd.gov.cn/006939748/201111/t20111118_292717.html).
- [3] 汪琼,陈瑞江,刘娜,李文超.STaR评估与教育信息化研究[J].开放教育研究,2004,(04):10-14.
- [4] 顾小清,林阳,祝智庭.区域教育信息化效益评估模型构建[J].中国电化教育,2007,(5).
- [5] 刘延东.把握机遇 加快推进 开创教育信息化工作新局面[DB/OL].<http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s3342/201211/144240.html>,2012.9.5.

责任编辑:梁春晓