

基于计算思维培养的跨学科编程教学模式——以“小数乘法”为例

Interdisciplinary Programming Instructional Design in the Context of STEM Education:

An Example of Multiplying Decimals

徐圣强¹, 黄雨露², 董倩³, 贾若文³, 张蕊华³, 胡来林³, 张新立^{3*}

¹³温州大学 教育学院

² 瓯海区实验学校

* zhxl@wzu.edu.cn

【摘要】 当前跨学科编程教学在实际教学中应用有限, 大多停留在理论层面。为了应对此问题, 本研究构建了以数学问题为背景, 以编程教学为主的跨学科编程教学模式。并设计了一项准实验研究, 实验组进行跨学科编程教学, 控制组进行传统教学, 结果表明实验组学生的计算思维和编程学习成效显著高于控制组学生。因此, 本研究可以为教师未来教学打破学科界限提供依据, 有效整合不同学科的教学资源。

【关键词】 STEM; 计算思维; 跨学科编程; 编程学习

Abstract: Current interdisciplinary programming instruction has limited application in practical teaching and learning, and mostly remains at the theoretical level. In order to cope with this problem, this study constructs a model for teaching interdisciplinary programming in the context of mathematical problems, with a focus on teaching programming. A quasi-experimental study was also designed in which the experimental group was taught interdisciplinary programming and the control group was taught traditionally, and the results showed that students in the experimental group were significantly more effective in computational thinking and programming learning than students in the control group. Therefore, this study can provide a basis for teachers to break discipline boundaries in their future teaching and effectively integrate teaching resources from different disciplines.

Keywords: STEM, Computational Thinking, Interdisciplinary Programming, Programming Learning

1. 引言

人工智能时代, 计算思维逐渐进入人们的视野 (Haseski et al., 2018)。而编程教育是培养儿童计算思维的一种重要途径 (傅骞等人, 2019)。项目化学习是当前基本的编程教学模式之一, 能够培养学生创造性解决问题的能力 (夏雪梅, 2021)。但是, 当前大多数项目化编程教学缺少跨学科综合设计和深入研究。因此, 本研究基于 SETM 教育理念设计跨学科编程教学模式 (余胜泉等人, 2015), 以期在跨学科编程项目创作中促进学生计算思维的深度参与和发展。

2. 核心概念界定

跨学科学习: 从课程观来看, 跨学科学习是一种特殊的课程组织方式, 学习内容由多门学科知识点融合而成, 引导学习者在不同学科之间建立起联系, 能够以全面的、综合的立场看待问题和解决问题 (董艳等人, 2019)。基于此, 本研究将跨学科编程学习界定为: 学习者能够在编程与其他学科之间建立有意义的联系, 并以此联系作为纽带进行知识整合, 同时能够综合运用编程知识与学科知识解决复杂问题并且能在新情境中生成新的问题解决方案, 实现各方面能力的发展。

计算思维: 2014 年周以真教授使用了技术术语将计算思维定义为一种思维过程, “它涉及到制定一个问题并以计算机或人或机器能够有效执行的方式表达其解决方案” (Wing J M,

2014)。基于此,本研究认为计算思维是一种运用计算机科学的相关方法制定有效方案从而解决实际问题的思维过程,同时将其分解为明确问题、抽象表征、算法迭代、评估优化、归纳迁移五大过程。

3. 跨学科编程教学模式构建与案例设计

本研究通过论述计算思维和跨学科编程教学过程,构建跨学科编程教学模式并依据项目化学习过程,将跨学科编程教学环节分为情境创设与跨学科问题导入、跨学科知识建构与抽象建模、程序设计与跨学科项目创作、跨学科展示与方案评估和学习反思与跨学科知识再迁移五个环节。

本研究以五年级信息技术课“神机妙算的孔明——小数乘法计算器”为例,基于跨学科编程教学模式进行教学活动设计,具体如图1所示。

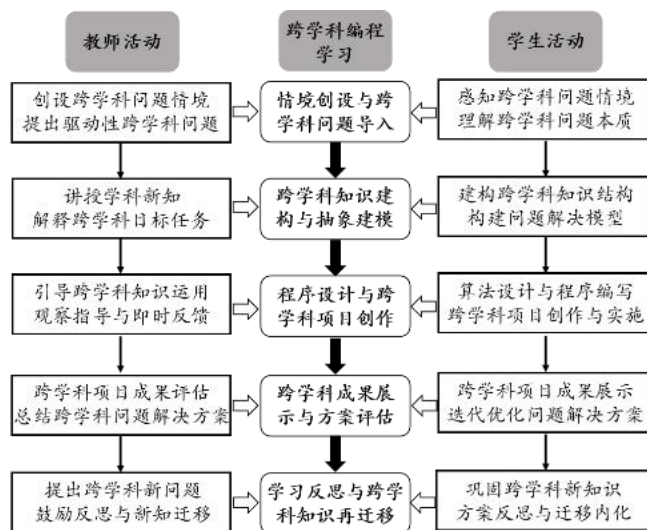


图1 跨学科编程学习教学流程

环节一：情境创设与跨学科问题导入

跨学科项目情境为：最近孔明在进行小数乘法计算时遇到了一点小麻烦。所以想请大家帮忙开发一个计算小数的计算器，并且在算出得数的同时还能展示小数乘小数运算的过程。教师提问：如何运用 Scratch 编程软件来制作一个小数乘法计算器？又该如何呈现出小数乘小数运算过程？学生理解问题后通过 Scratch 软件进行编程制作一个小数乘法计算器，制作的小数乘法计算器需要呈现出小数乘小数的运算过程。

环节二：跨学科知识建构与抽象建模

在这一阶段，学生主要学习和运用数学知识建立关于小数乘小数的运算法则的数学模型。教师带领学生探究制作小数乘法计算器的数学模型，制定实现小数乘法计算器的初步方案。学生根据初步方案在学习任务单上绘制流程图分解程序步骤，预设出每一步的实施过程。教师指导学生规范使用流程图格式，完整表示程序的设计。

环节三：程序设计与跨学科项目创作

教师帮助学生再次梳理整个程序制作的思路，明确项目制作的各个步骤。在程序编写过程中，学生要不断地调试修改程序指令以实现小数的输入、将输入的小数化成整数、计算整数积、将整数积化成小数积等功能。完成程序编写后，教师组织学生运行程序、实施项目，同时依据运行结果再次优化程序。

环节四：跨学科成果展示与方案评估

学生在项目展示过程中阐述小数乘法计算器的创作意图和理念，讲解程序实现的功能，其他学生对其进行评价并给出建设性建议。同时，教师对学生的项目成果进行评价，引导学生回

忆小数乘法计算器项目创作过程所运用到的编程知识与数学知识，总结归纳问题解决方法，促进知识的理解与记忆。

环节五：学习反思与跨学科知识再迁移

在这一阶段，要促使学生持续深入地建构知识，深化问题解决的跨学科逻辑，教师提出新跨学科问题实现知识的再迁移：如何修改程序使得小数乘小数的最后得数只保留一位小数？学生要对先前方案制定、程序设计、项目创作以及项目评估等所有阶段进行自我反思，归纳总结方法与策略，并在已完成的跨学科编程项目的基础上思考如何修改程序实现最终得数只保留整数，实现知识的迁移应用。

4. 实验设计

本研究选取的实验对象为温州市某小学两个班级学生抽取 60 人作为研究对象，并随机分为实验组和控制组开展一项准实验研究。实验组采用跨学科编程教学模式，控制组采用常规编程教学模式。此外，这两个班级授课教师、学习内容和学习时长完全相同。

第一周，所有学生在教学实验开始前进行计算思维和编程知识前测。第二周至第七周开展教学实验，第八周进行计算思维与编程知识后测。

本研究对所有编程成绩数据结果使用了 Shapiro-Wilk 检验法，并观察数据的 Q-Q 图，检验结果发现前测不满足正态性分布 ($p=0.008$)，两组后测成绩满足正态性分布 ($p=0.18$)。因此，先对前测使用独立样本 U 检验，结果发现，两组在计算思维方面没有显著性差异 ($p=0.68$)。之后，对两组计算思维后测成绩进行独立样本 t 检验，结果如表 1 所示。

如表 1 所示，实验组的计算思维后测平均值为 63.3，控制组计算思维后测平均值为 50，且 p 值小于 0.01，说明跨学科编程教学模式能够显著提高学生的计算思维。

表 1 计算思维后测 t 检验

	组别	<i>N</i>	Mean	SD	<i>t</i>	** <i>p</i>
计算思维	实验组	30	63.3	17.29	2.95	.005
	控制组	30	50	18		

** $p<0.01$

本研究对所有编程成绩数据结果使用了 Shapiro-Wilk 检验法，并观察数据的 Q-Q 图，结果表明所有数据近似正态分布。使用单因素方差分析评估跨学科编程对学生编程知识学习的影响。数据分析结果如表 2 所示。

如表 2 所示，实验组的编程学习成效后测平均值为 67.17，控制组编程学习成效后测平均值为 59，且 p 值小于 0.05，说明跨学科编程教学模式能够显著提高学生的编程学习成效。

表 2 编程学习成效检验

	组别	<i>N</i>	Mean	SD	SE	<i>F</i>	* <i>p</i>
编程学习成效	实验组	30	67.17	13.24	2.42	5.6	.021
	控制组	30	59	13.48	2.46		

* $p<0.05$

5. 结果与讨论

在计算思维和编程学习方面，实验组学生计算思维和编程学习成效均显著优于控制组，验证了跨学科编程学习相比于常规编程学习更能促进学生计算思维的提高。这一结果与周平红

等人在 STEM 工程设计教学中培养学生计算思维的研究中的结果相一致(周平红等人,2022)。因此,教师在未来教学当中,可以尝试将编程与数学问题相结合,进行跨学科教学。

参考文献

- 余胜泉 & 胡翔. (2015). STEM 教育理念与跨学科整合模式. *开放教育研究*, 21 (04), 13-22. doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2015.04.002.
- 周平红, 牛钰琨, 王康, 张屹, 李幸 & 上超望. (2022). 面向计算思维培养的 STEM 工程设计教学模式及应用. *现代远程教育研究*, 34 (01), 104-112.
- 夏雪梅. (2021). 指向创造性问题解决的项目化学习: 一个中国建构的框架. *教育发展研究*, 41 (06), 59-67. doi:10.14121/j.cnki.1008-3855.2021.06.010.
- 傅骞, 解博超 & 郑娅峰. (2019). 基于图形化工具的编程教学促进初中生计算思维发展的实证研究. *电化教育研究*, 40 (04), 122-128. doi:10.13811/j.cnki.eer.2019.04.016.
- 董艳, 孙巍 & 徐唱. (2019). 信息技术融合下的跨学科学习研究. *电化教育研究*, 40(11), 70-77. doi:10.13811/j.cnki.eer.2019.11.010.
- Haseski H İ, İlic U, Tuğtekin U. Defining a new 21st century skill-computational thinking: Concepts and trends [J]. *International Education Studies*, 2018.
- Wing J M. Computational thinking benefits society [J]. 40th anniversary blog of social issues in computing, 2014, 2014: 26.