

基于STEAM教育理念的数学建模教学活动研究

戴晓畴, 马晨辰, 马利伟, 陈惠汝*

黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2024年3月18日; 录用日期: 2024年7月8日; 发布日期: 2024年7月17日

摘要

随着信息化时代的到来, 科技的迅速发展和社会的进步对跨学科综合分析、解决生活实际问题的能力提出了更高的要求。基于STEAM教育理念对数学建模教学活动提出的四条基本原则: 交叉性原则、系统性原则、反馈性原则、发展性原则, 进行教学案例设计。旨在深入挖掘STEAM教育理念对数学建模活动教学的指导意义, 助推学生创新思维的形成, 提供生活实际问题的解决路径。

关键词

STEAM教育理念, 数学建模, 教学设计

Research on Mathematical Modelling Teaching Activities Based on STEAM Education Concepts

Xiaochou Dai, Chenchen Ma, Liwei Ma, Huiru Chen*

School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: Mar. 18th, 2024; accepted: Jul. 8th, 2024; published: Jul. 17th, 2024

Abstract

With the advent of the information age, the rapid development of science and technology and social progress have put forward higher requirements for the ability to comprehensively analyse and solve practical problems in life across disciplines. The teaching case design is based on the

*通讯作者。

four basic principles put forward by the STEAM education concept for mathematical modelling teaching activities: the principle of intersectionality, the principle of systematicity, the principle of feedback, and the principle of development. It aims to deeply explore the guiding significance of STEAM education concepts on the teaching of mathematical modelling activities, boost the formation of students' innovative thinking, and provide paths for solving real life problems.

Keywords

STEAM Education Concept, Mathematical Modelling, Instructional Design

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在 21 世纪的知识经济时代, 教育理念和教育方法正在经历变革。《普通高中数学课程标准(2017 版 2020 修订版)》(以下简称《课标》)中明确数学建模活动和数学探究活动是高中数学课程内容的四条主线之一, 同时也是必修课程的五大主题之一, 对于提高学生的数学应用能力、培养数学思维以及提升综合素质具有重要意义[1]。数学建模活动主要包括: 在实际情境中从数学的视角发现问题、提出问题、分析问题、构建模型、确定参数、计算求解、检验结果、改进模型、最终解决实际问题。在数学建模过程中, 学生需要将数学理论知识与实际应用相结合, 解决现实生活中的问题, 这些问题可能涉及到物理、化学、生物、工程、艺术等多学科知识。

这与 STEAM 教育理念不谋而合, 后者具有跨学科性、情境性、合作性、创新性等特点[2], 强调科学、技术、工程、艺术和数学的有机融合。STEAM 教育理念主要以基于项目的学习、问题的学习为主要教学方式, 引导学生通过合作与实践, 以学科整合的方式认识世界、改造世界, 是培养实践型、创新型、综合型人才的重要方式[3]。基于 STEAM 教育理念的数学建模活动教学呈现出跨学科性、情景整合性、过程评价性和协作研究性等特点, 对推动学科融合、指导教学实践和培养创新型人才具有现实意义。

2. 基于 STEAM 教育理念的数学建模教学基本原则

课标背景下, 学生具备创造性解决数学建模问题的潜力, 但尚不能适应开放而真实的数学建模问题, 缺乏对数学建模过程的完整认知[4], 因此教学活动需要立足真实情境, 培养学生的创造性思维, 让学生体会到数学建模的整体性。基于此, 立足 STEAM 教育理念进行数学建模教学时应遵循综合性原则、系统性原则、反馈性原则及发展性原则, 见图 1。通过真实问题激发学生的创造性思维, 引导他们全面理解数学建模过程, 培养解决复杂问题的能力, 形成综合素养。

综合性原则: STEAM 理念强调多学科融合, 注重学生自主探究和数学核心素养的培养, 其中数学建模作为数学核心素养的重要组成部分, 具有跨学科的特点。基于 STEAM 教育理念的数学建模教学活动应立足于生活实际, 设计真实情境的问题, 引导学生跨学科综合分析并用数学建模方法解决, 体验数学与其他学科的交叉融合, 提升学生解决实际问题的能力。在建模过程中, 学生需要面对各种复杂情境, 通过不断尝试、修改和优化模型, 找到解决问题的最佳方案。这一过程无疑会激发学生的创新思维, 提升他们解决问题的能力, 同时增强对其他学科知识的理解和应用。

系统性原则: STEAM 教育理念强调科学、技术、工程和数学的有机结合, 通过多维目标设计提升教

学效果。在培养数学建模素养中，这表现为建模过程的完整性。相比传统教学思想，STEAM 理念要求更高的系统性要求，教师应结合课程内容制定有针对性的教学计划，实现理论和实践的深度联动，引导学生经历从实际问题出发、建立数学模型、求解模型到验证模型的整个过程，助力学生掌握数学建模的方法和技巧，提升数学应用能力和问题解决能力。

反馈性原则：基于 STEAM 教育理念的课程教学活动是一个长期过程，需要教师关注学生的反馈情况，在进行数学建模活动时引导学生对模型进行迭代优化。教师应鼓励学生根据实际情境和数据不断调整和改进模型，以获得更准确的结果。通过及时的反馈和指导，学生可以这种个性化的教学方式有助于教师更好地了解学生的学习需求，为他们提供更有针对性的帮助。同时，通过及时的反馈，学生也能更加清晰地了解自己的学习情况，从而调整学习策略，提升学习效果，同时不断优化自己的建模过程和方法，提高数学建模素养和实际问题解决能力。

发展性原则：数学教学设计应着眼于学生终身学习能力的培养，重视教学的拓展性和延伸性。基于 STEAM 教育理念的数学建模教学活动需要充分考虑学生的长远发展，为他们提供持续学习和探索的机会。从学生的学习兴趣出发，注重学生思维创造性的开发，鼓励学生探索新的建模方法和技巧，培养他们的创新思维和解决问题的能力，激发学生的创新意识和探索精神。避免简单、机械、教条，切实让学生参与到课堂教学中来，并在参与中有所成长，促进学生的可持续发展。

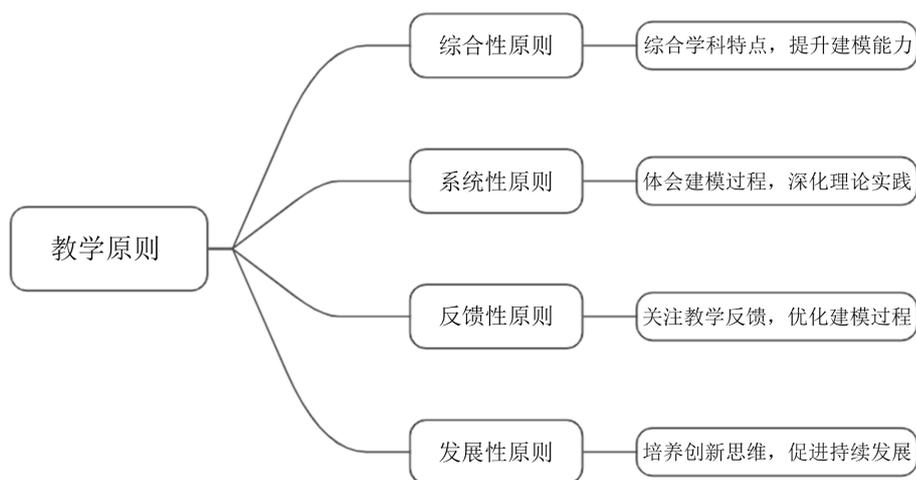


Figure 1. Basic principles of teaching and learning

图 1. 教学基本原则

在详尽地阐释了四条教学原则之后，为进一步将其具象化，下面引入一个具体的教学案例，旨在通过实例分析，具体说明四条教学基本原则在实际教学环境中的操作化与实现路径。通过这一案例的详细阐述，能够为教育工作者提供一个更为直观、具体的参考范例，从而推动教学实践的创新与发展，最终实现教育目标的有效达成。

3. 基于 STEAM 教育理念的数学建模活动教学案例

3.1. 创设情境，引入课题

情境介绍：学校艺术中心即将举办一场小型艺术展览，涵盖了绘画、雕塑、摄影等多种艺术形式。展览空间为一个长 20 米、宽 15 米的矩形区域，层高为 5 米。怎样能建立一个适合观众参观的艺术品布局？艺术作品数据见表 1，表 2，表 3。

Table 1. Data on paintings and drawings**表 1.** 绘画作品数据

作品编号	宽度(m)	高度(m)	最佳观赏距离(m)
P1	1.5	2.0	2.0
P2	2.0	1.5	1.5
P3	1.0	1.0	1.0
P4	1.2	1.8	1.8
P5	0.8	1.2	0.8

Table 2. Sculpture data**表 2.** 雕塑作品数据

作品编号	底座尺寸(长 × 宽, m)	高度(m)	最佳观赏角度(°)
S1	1.0 × 1.0	3.0	360
S2	1.5 × 1.5	2.5	180
S3	0.8 × 0.8	2.0	360

Table 3. Photographic data**表 3.** 摄影作品数据

作品编号	尺寸(宽 × 高, cm)	推荐观赏距离(m)
C1-C10	50 × 75	1.0

教师活动：展示艺术品清单和展览空间数据，强调布局的重要性和难点。提问学生：如何有效利用空间，同时确保观众能够舒适地欣赏艺术品？

学生活动：观察数据，思考布局策略。讨论可能的布局方案，并考虑观赏距离、空间利用等因素。

设计意图：展示具体数据，建立真实情境，让学生更直观地了解展览布局的挑战，激发学习兴趣。

3.2. 动手操作，提出猜想

教师活动：提供艺术品和展览空间的缩比模型或纸板代表。组织学生分组，让他们根据数据尝试布局，并记录布局过程中的发现和問題。

学生活动：分组讨论，确定布局策略。动手布局模型，调整艺术品的位置和间距。提出初步的布局猜想，并讨论可能的改进方案。

设计意图：通过实际操作，让学生感受数据对布局的影响，以便后续目标函数和约束条件的建立。

3.3. 构建模型，实验探究

教师活动：引导学生将布局问题转化为数学模型，定义决策变量(如艺术品的位置坐标)。指导学生根据数据和布局要求建立目标函数(如最大化空间利用率)和约束条件(如艺术品之间的最小距离)。

学生活动：构建数学模型，将实际问题抽象化。利用数学工具和软件求解模型，得出布局方案。对布局方案进行小规模模拟或验证，确保其符合数据和观赏要求。

绘画作品和摄影作品为例的预计建模过程：

1) 建立决策变量与目标函数

对于每个艺术品 i ，定义其宽度 w_i 和高度 h_i ，对于每个艺术品 i 和每个潜在的位置 j ，定义二进制变

量 x_{ij} 。如果艺术品 i 被放置在位置 j 上, 则 $x_{ij} = 1$; 否则, $x_{ij} = 0$ 。对于雕塑和绘画, 坐标代表其中心点; 对于摄影作品, 由于其尺寸较小, 可以将其视为一个点。最大化空间利用率为目标函数。这可以通过最小化未使用空间或最大化艺术品之间的间距来实现。但考虑到观众的观赏体验, 我们还需要确保艺术品之间的间距不会过大。

2) 建立约束条件

可能存在的约束条件有: 每个艺术品的尺寸和位置必须满足展览空间的物理限制, 例如, 绘画和雕塑的宽度和高度加上其周围的必要空间不能超过展览空间的边界; 根据艺术品的最佳观赏距离, 设置艺术品与观众之间的最小距离, 这可以通过在艺术品周围设置一个“保护区”来实现。艺术品之间应保持一定的最小距离, 以确保观众可以自由地移动和观赏; 每个艺术品只能放在一个位置而且艺术品不重叠等。这可以通过限制雕塑作品周围的“可视区域”来实现。约束条件的选取存在差异性, 根据实际情况选取。

3) 建立数学模型

结合决策变量、目标函数和约束条件, 我们可以建立一个混合整数规划(MIP)模型。在这个模型中, 决策变量是艺术品的位置坐标(整数或连续变量, 取决于问题的具体要求), 目标函数是空间利用率的最大化, 约束条件是艺术品尺寸、观赏距离、艺术品间距和雕塑的最佳观赏角度的限制。

$$\text{最大化 } \sum_j (w_i \times h_i \times x_{ij})$$

4) 利用模型求解

使用数学优化软件(MATLAB 的 Optimization Toolbox)来求解建立的数学模型。这些软件可以处理复杂的约束条件和目标函数, 并找到最优或次优的布局方案。具体步骤有: 处理后的数据输入到模型中; 根据问题规模和复杂性选择合适的求解器和算法; 启动求解过程, 等待求解器找到最优解或满足终止条件的解; 分析求解器输出的结果, 验证是否满足所有约束条件, 并评估目标函数的值。

5) 结果验证与调整

在求解得出布局方案后, 需要进行小规模模拟或验证实验来检验其是否符合数据和观赏要求。通过在计算机上模拟艺术品的布局和观众的移动路径来实现。如果发现任何问题或不足之处, 需要对布局方案进行微调和优化。同时, 还需要考虑实际展览中的其他因素, 如观众流量、艺术品之间的关联性布局等, 以确保展览的整体效果最佳。

设计意图: 利用数学建模, 将实际问题抽象化, 培养学生利用数学方法解决实际问题的能力。

3.4. 学以致用, 延伸拓展

教师活动: 鼓励学生将求解得出的布局方案应用于实际展览中, 并进行实地考察和调整。提出延伸问题, 如考虑不同观众流量下的布局优化、艺术品之间的关联性布局等。

学生活动: 将布局方案应用于实际展览中, 观察并记录展览效果。根据实地考察结果和观众反馈, 对布局方案进行微调和优化。思考并讨论延伸问题, 提出自己的见解和解决方案。

设计意图: 通过实际应用和延伸拓展, 培养学生的实践能力和创新思维。

3.5. 课堂小结, 活学活用

教师活动: 引导学生回顾整个建模过程, 总结经验和教训。评价学生的表现, 并给予反馈和建议。

学生活动: 回顾建模过程, 整理学习成果和心得体会。分享自己的成功经验和不足之处, 与同伴交流学习。思考如何将所学的数学建模知识和方法应用于其他实际问题中, 实现知识的活学活用。

设计意图：通过课堂小结，巩固学生的学习成果，培养反思能力和持续学习意识。

4. 总结

对数学建模普遍存在的误解是把数学建模过程和解应用题画上等号，实际上数学建模是用数学方法解决实际问题的过程，不能用解数学应用题的眼光和方法对待数学建模[5]。在深入探讨了基于 STEAM 教育理念的数学建模教学活动后，本研究提出了四条核心教学原则：综合性原则、系统性原则、反馈性原则和发展性原则。这些原则为教师的教学设计提供了明确的方向，有助于激发学生的学习兴趣，促进他们的主动探究，并实现知识的跨学科融合。基于四条基本原则的教学案例，详细展示了如何在真实情境中引导学生经历数学建模的全过程。通过这一案例不仅验证了教学原则的有效性和实用性，还为学生提供了一个生动、具体的学习范例，有助于他们更好地理解和掌握数学建模的方法和技巧。

总书记在党的二十大报告中提到：必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力，深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略，开辟发展新领域新赛道，不断塑造发展新动能新优势[6]。随着时代的演进，国家对创新型、综合型人才的需求不断上升。通过 STEAM 教育理念与数学建模教学活动紧密结合，通过跨学科的学习与实践，致力于培养学生的创新思维和问题解决能力，以满足时代发展的需要，并为塑造国家发展的新动能新优势提供坚实的人才支撑。同时能激发更多教育工作者对基于 STEAM 教育理念的数学建模教学的兴趣和深入探讨，共同推动教育教学的持续改进与发展。

基金项目

黄冈市教育科学规划 2022 年度重点课题(2022GA19)；黄冈师范学院 2022 年教学研究重点项目(2022CE68)；2023 年度湖北省教育科学规划重点项目。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准[M]. 北京: 人民教育出版社, 2020: 9-10.
- [2] 齐成龙, 李玉颖. STEAM 项目式教学: 内涵意蕴、价值向度与运用示例[J]. 自然辩证法通讯, 2023, 45(11): 106-113.
- [3] 胡焱, 蒋秋. 数学教育与 STEM (STEAM)教育的融合: 机遇与挑战——基于数学教育与 STEM (STEAM)教育国际学术研讨会[J]. 数学教育学报, 2019, 28(6): 92-94.
- [4] 黄健, 李沐慧, 徐斌艳. 新课标背景下中学生数学建模素养的测评研究[J]. 全球教育展望, 2024, 53(1): 110-124.
- [5] 王颖喆. 关于中学数学建模教与学的思考[J]. 数学通报, 2020, 59(11): 1-3+30.
- [6] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告(2022-10-16) [M]. 北京: 人民出版社, 2022: 14.