

# Design of primary school science inquiry activities based on the concept of STEM education

Chen Guo

Hefei Normal University, Hefei, Anhui, 230601, China

## Abstract

This study selected the topic of 'Getting the cart in motion' as a case study to explore the path of integrating STEM education concepts into the design of primary school science inquiry activities. The theoretical basis was firstly elaborated. Then this study plans to adopt the situational teaching method, asking and answering method, experimental method and lecture method of teaching to design primary school science teaching around multiple scientific inquiry activity sessions. This study aims to cultivate and enhance students' interdisciplinary comprehensive literacy and scientific inquiry ability, and to provide new ideas for primary school science inquiry activity design.

## Keywords

STEM education, scientific inquiry activities, instructional design

# 基于 STEM 教育理念的小学科学探究活动设计

郭辰

合肥师范学院, 中国·安徽 合肥 230601

## 摘要

本研究选取《让小车运动起来》主题为案例,探讨了将STEM教育理念融入小学科学探究活动设计的实践路径。首先对本研究的理论基础进行了阐述。然后借助情境教学法、问答法、实验法和讲授法,围绕导入活动设计、探究让小车动起来的方法、探究小车运动快慢与拉力大小关系以及拓展活动等环节进行探究活动设计。本研究旨在培养和提升学生的跨学科综合素养和科学探究能力,为小学科学探究活动设计提供新思路。

## 关键词

STEM教育, 科学探究活动, 教学设计

## 1 引言

2022 年我国颁布的《义务教育科学课程标准》(以下简称“新课标”)指出以促进小学生核心素养发展为宗旨,倡导跨学科融合,教学活动设计注重综合性、实践性,强调育人导向,鼓励学生积极开展科学探究活动,主动发现和解决问题。新课标的这一目标指向与STEM教育理念高度吻合,后者强调跨学科融合,将科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)有机整合,旨在提升个体应用跨学科知识和技能解决问题的能力,满足当今社会对高素质人才的要求。

【基金项目】合肥师范学院2024年度校级科研项目“循证导向的职前小学教师科学素养培养实践研究”的研究成果(项目编号: 2024KY09)。

【作者简介】郭辰(1989-),男,中国安徽合肥人,讲师,从事教师教育、科学教育、学科教学论研究。

将STEM教育理念引入小学科学探究活动设计,具有重要的现实意义。一方面,它能够打破学科之间的界限,让学生在真实的情境中解决问题,提高综合运用知识的能力。另一方面,有助于激发学生的好奇心和探索欲,培养他们的创新精神和实践能力。通过基于STEM教育理念的小学科学探究活动设计,学生能更好地理解科学知识与实际生活的联系,有效提高综合素养。

## 2 理论基础

### 2.1 建构主义理论

建构主义理论对于本研究的教学活动设计具有重要指导意义。建构主义强调学习者在已有知识和经验基础上,通过与环境的交互作用主动建构知识。在小学科学探究活动中,学生并非被动接受知识,而是积极的参与者和建构者。他们带着前概念和经验进入学习情境,通过与教师、同学以及材料等的互动,不断调整和完善自己的认知结构。同时,建构主义还强调学习的情境性。在小学科学探究活动中,为学生创设真实、生动的情境,让学生在特定情境中思考和解

决问题,激发他们的学习兴趣和主动性。此外,建构主义提倡协作学习,在小组协作探究中,学生分享彼此的观点和经验,共同完成复杂的探究任务<sup>[1]</sup>。

## 2.2 认知发展理论

认知发展理论强调个体在与环境的相互作用中,通过同化和顺应不断构建和完善自身的认知结构。在小学科学探究活动中,小学生的认知发展处于特定阶段,通常以直观形象思维为主,逐渐向抽象逻辑思维过渡。认知发展理论明确指出,探究活动设计应与儿童认知水平相适应。例如,对于低年级的学生,活动应更侧重于直观的观察和简单的操作,让其通过直接感知来获取知识和经验。同时,个体认知发展也具备阶段性和顺序性。小学生的认知能力逐渐从感知运动阶段向具体运算阶段发展。相应地,小学科学探究活动的设计应遵循这一发展规律,逐步增加活动的复杂性和抽象性<sup>[2]</sup>。

## 2.3 STEM 教育理念及内涵

STEM 教育理念融合了科学、技术、工程及数学四大学科,其核心在于探寻这四门学科之间的关联与协同发展路径。传统科学教学通常以探究为主要教学方式,然而,常规的探究活动往往较为浅显,仅是学生在教师指导下寻找答案的过程,忽视了对生活中未知领域的探索,也未涉及设计、建模、评估和交流等关键环节,不利于学生创新能力与自我反思能力的培育。相比之下,STEM 教育理念侧重于工程设计,学生在教师的引领下,借助科学、技术、数学等知识来解决现实生活中真实的问题,提升创新能力及综合运用知识解决问题的能力(综合素养)。其中,综合素养主要由科学素养、技术素养、数学素养和工程素养这四个部分构成<sup>[3]</sup>。

# 3 基于 STEM 教育理念的小学科学探究活动设计案例

## 3.1 小学科学探究活动学情分析

### 3.1.1 教学内容

本研究选取教科版小学科学四年级上册第三单元第一课时《让小车运动起来》进行设计。该课题的“聚焦”部分包含两个问题,引导其通过交流知道各种类型的车并思考动力来源。教材展示了从古代到现代的不同种类的车的图片。“探索”部分包括两个活动:让小车动起来;研究小车运动快慢与拉低大小的关系。在第一个活动中,教材展示了让小车动起来的材料和安装完成示意图,并提出了“拉力是怎么产生的”可探究的问题。同时,教材还列出了“启动”“停止”“动力”“阻力”四个科学词汇。针对第二个活动,教材呈现了一系列问题:用多大的拉力能使小车运动起来?用更大的拉力拉小车,小车运动的快慢会怎样变化?“研讨”部分包含两个问题。第一个问题聚焦如何改变小车的运动状态。第二个问题关于小车运动快慢与拉力大小(垫圈数量)的关系。“拓展”部分提出了问题“运动员是怎样改变足球的运动状态的”,引导学生运用所学知识解决实际问题。

### 3.1.2 教学对象

四年级的学生处于具体运算阶段,大部分已经对各种各样的运动的车辆比较熟悉,对车辆的运动有一定了解。在先前学习中初步认识过“力”,知道力可以使物体运动。但是未从科学实验的角度研究运动与力的关系,也并没有通过实验获得数据,对比力与小车运动快慢的关系。

### 3.1.3 核心素养

通过了解各种车的类型和动力,探究小车运动快慢和拉力大小的关系,学生可认识不同类型的车有不同的动力类型,力可以使静止的物体运动,使运动的物体静止。再探究活动中,学生将对启动、停止等科学词汇的意义形成初步认识,并运用分析、比较、推理等科学思维方法,分析结果,得出小车运动快慢与拉力大小的关系<sup>[4]</sup>。

## 3.2 小学科学探究活动主要环节

### 3.2.1 教学目标设定

基于 STEM 教育理念,将该课的教学活动目标设定为:  
科学(Science)目标——认识力可以使静止的物体运动,使运动的物体静止;认识不同类型的车有不同的动力类型;初步了解力的大小对物体运动快慢的影响。

技术(Technology)目标——通过实验探究拉力大小和小车运动快慢之间的关系;懂得协作分工,使科学探究更加精准高效。

工程(Engineering)目标——通过设计实验活动,探究小车运动快的影响因素;能设计控制变量的实验,认识到实验误差,并能根据误差产生的原因进行改进。

数学(Mathematics)目标——能借助计算器简单处理实验数据,对小车速度快慢进行比较;能较为熟练地运用速度计算公式。

### 3.2.2 教学方法简述

根据教学目标和内容,选择主要教学方法为情境教学法、问答法、实验法和讲授法。先用情境教学法进行生活情境创建,由生活现象引出新的思考与探究。在探究活动进行过程中,教师使用问答法引导学生逐步深入思考,进行大胆猜想和预测,并通过实验法探究验证。整个活动过程中,教师利用讲授法,对科学知识和实验操作等进行适时讲解和指导<sup>[5]</sup>。

### 3.2.3 探究活动环节设计

基于 STEM 教育理念的教学目标,本研究设计了主要教学环节,详见表 1。

### 3.2.4 教学评价设计

以 STEM 教育理念为导向的教学评价更关注学生在探究活动中的表现。可让学生自主记录解决问题的方法及其在生活中的运用,并将各个人和集体的记录加以整理,形成“成长档案”。针对学生科学观念和科学思维的评价,可结合教学辅助资料,设计相关的达标练习题目。而针对核心素养中的探究与实践的评价,可布置一个课外探究活动,例如制作“不倒翁”等<sup>[6]</sup>。

表 1 《让小车运动起来》主要探究活动环节

| 探究项目             | 教师活动                                                                                                                                                                                                           | 学生活动                                                                                                                              | STEM 设计分析                                                                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 车的类型和运动的力        | 1. 图片展示马车、推车、火车、汽车、自行车、太阳能小车。<br>2. 提出问题：它们都是怎么动起来的？还知道哪些类型的车？都是怎么运动的？<br>3. 出示一辆小车并提问：如何让它运动起来？揭示主题——“让小车运动起来”，引导学生对小车运动条件和力的关系的猜想。                                                                           | 学生通过观察和探讨，逐步认识各种类型的车并思考动力来源。尝试使用不同方法使小车运动起来，总结力可以使小车运动起来。                                                                         | 由常见的交通工具入手，创设生活情境，学生对常见交通工具和运行动力有一定的了解，便于引入新课——如何使小车运动起来，引导学生对不同的方法进行猜测与设想，通过初步尝试，了解到小车的运动与施加的力有关，激发探究欲望。                                  |
| 如何让小车运动起来        | 1. 教师出示小车、绳子、垫圈等实验器材，设问：你能用这些材料让小车再桌面上运动起来吗？<br>2. 学生交流想法后，教师用课件出示利用垫圈和绳子让小车运动起来的动图并提问：让小车运动起来的拉力是怎么产生的？师生交流后明确：让小车动起来的拉力来自垫圈的重力。<br>3. 连续提问：绳子拴在小车那个位置合适？为什么？拉小车的绳子多长合适？同时对小车进行操作。引导学生小组交流，并对猜想进行验证。而后发放实验器材。 | 1. 通过小组交流，说出想法并进行猜测。<br>2. 明确让小车动起来的力来自垫圈的重力。<br>3. 学生进行小组分工，进行实验探究，记录具体数据，测量绳子拴在小车上的合适的位置与长度，验证猜想。                               | 引发学生大胆猜想，并通过探究对猜想进行实验验证，培养与锻炼学生的科学探究精神与实践能力，帮助学生认识到科学探究的基本步骤：发现问题、提出猜想、进行探究、验证猜想。                                                          |
| 小车运动快慢与力的大小之间的关系 | 1. 提问：启动小车的拉力大小怎样表示？预测一下用多大的力可使小车运动起来？怎样用实验验证？<br>2. 教师提示实验注意事项，并把各小组的数据反馈到多媒体折线统计表上，直观展示力与小车运动的关系。<br>3. 提出探讨问题：在刚才的实验中，怎样使静止的小车运动？怎样使运动的小车静止？小车运动快慢与拉力大小有什么关系？与学生展开探讨交流。                                     | 1. 学生提出猜想和预测，设计实验，与小组成员协作，展开实验探究，借助计算器处理实验数据，完成活动手册。<br>2. 学生反馈交流实验结果及发现。<br>3. 通过呈现的统计图理解小车速度与施加力的大小间的关系，并能意识实验存在误差及误差原因，提出改进方法。 | 通过问题的提出，引导学生进行猜想，初步学会设计实验验证。教师借助多媒体将数据以一种简洁直观的图示呈现给学生，帮助其对小车运动快慢与力之间的关系有更透彻的认识。同时，学生在活动中逐步掌握基本思维方法，提高科学探究实践能力，树立基本的科学态度，逐渐达成科学、技术、工程和数学目标。 |
| 拓展               | 出示踢足球的图片，讨论足球运动员是怎样改变足球的运动状态的？引导学生研讨。<br>2. 教师小结：脚踢静止的足球，可以使足球运动起来；脚踩住足球，可以使足球静止；通过脚踢的用力大小控制足球的运动速度等。                                                                                                          | 1. 通过小组讨论，得出结论：可以通过改变施加给足球力的大小改变足球运动的快慢。<br>2. 总结结论：力可以使静止的物体运动，也可使运动的物体静止，还可改变物体运动快慢。                                            | 再次回归生活实例，将所学与生活相联系，帮助学生内化所学知识，建立旧知识与新知识联结，让学生意识到科学知识与生活息息相关，提高学生解决问题的动机和能力。                                                                |

4 基于 STEM 教育理念的小学科学探究活动设计案例解析

4.1 教学内容和对象分析

本小学科学探究活动设计案例的主题为《让小车运动起来》。该案例围绕“聚焦”“探索”“研讨”“拓展”四部分展开。“聚焦”部分通过问题唤起学生相关经验，引导学生思考车的类型及动力来源，为后续探究活动构建基础。“探索”部分包含两个活动，一是让学生动手让小车动起来，通过问题和资料引导学生思考拉力来源，明确垫圈重力是拉力来源，并用垫圈数量表示拉力大小，同时通过科学词汇的学习，促使学生对探究活动进行科学描述；二是研究小车运动快慢与拉力大小的关系，通过一系列问题引发学生深入思考，这些问题直接指向实验结论，即小车运动快慢与拉力大小的关系。“研讨”部分引导学生探究如何改变物体的运动状态，以及物体运动快慢与作用力大小的关系。“拓展”部分旨在提高学生问题解决能力，迁移“探索”部分所习得的

知识，用运动和力的关系尝试分析和解决问题。

在对教学对象进行分析时，首先考虑到学生已有的知识经验，依据建构主义学习理论，新知识的构建离不开旧知识，因此要了解学生以往的知识学习经验。其次，根据认知发展理论，四年级的学生位于具体运算阶段，处于该阶段的学生具有简单的逻辑推理能力，但在设计实验与处理实验数据方面尚有欠缺。以此为切入点，设计“让小车运动起来”的探究活动，让学生通过小车研究运动与力的关系。

4.2 教学方法分析

本案例设计主要使用了情境教学法、问答法、实验法和讲授法。

（1）情境教学法——在导入环节，教师通过创建生活情境，由生活常见的事物（各种类型的车），引入教学内容，激发学生的科学探究兴趣。最后又通过实际生活案例，引导学生运用所学知识解决实际问题。基于已有的知识经验，建立新旧知识联结，遵循建构主义学习观。

（2）问答法——在整个教学活动过程中，教师通过与

学生的问答互动,循序渐进,引导学生开拓思维,深入讨论和思考。并鼓励大胆猜测,尊重学生的个体差异,指导实验设计和实施,以循证为导向,引导学生通过小组协作和实验验证,培养学生的STEM教育理念和核心素养。

(3)实验法——让学生通过科学实验操作,对猜想进行验证,在此过程中,学生通过收集和处理数据,有效增强了科学思维和数据意识。通过计算和比较得出结论,锻炼了科学探究能力与数学解决能力,体现了STEM的综合素养。

(4)讲授法——整个活动过程中,教师需要对新知和实验注意事项进行讲解,并全程参与监控和提供及时指导,保证探究活动的进行。

### 4.3 主要探究活动环节分析

(1)聚焦问题(导入活动)环节——教师通过展示不同类型车图片,引发学生对车辆运动方式的思考。所提问题层层递进,既唤起学生已有生活经验,又推动其对车辆类型及运动方式的理解。随后出示小车并提问“如何让它运动起来?”巧妙聚焦核心主题,引导学生对小车运动条件和力的关系大胆猜想,为后续探究活动明确方向,激发学生主动探究的欲望,初步构建力与运动关联的模糊认知框架。

(2)探究如何让小车动起来环节——教师创设情境,提供科学实验器材,引出关键问题“你能用这些材料让小车在桌面上运动起来吗?”激发学生主动思考与探索。借助动图演示,揭示拉力产生原理,使学生精准把握力的来源与本质。通过探讨栓在小车的绳子位置与长度问题,促使学生在小组交流与猜想验证中,探究力的施加方式对小车运动的影响,通过科学实验操作与数据记录,直观感知力与小车运动的关联,从而深化对力作用效果的理解,培养学生的实验操作能力和科学探究精神,为后续深入研究力与运动快慢关系奠定基础。

(3)探究小车运动快慢与拉力大小关系环节——教师

首先引导学生思考启动小车的拉力表示方法,鼓励学生大胆预测所需拉力大小及实验方法,培养其科学预测与实验设计能力。实验过程中,教师借助折线统计表直观呈现各小组数据,使学生清晰直观看清力与小车运动速度的关联,为后续研讨提供有力依据。而后教师提出关键问题,要求学生深入分析实验结果,全面理解力对小车运动状态及速度的调控作用,促使学生精准把握力与运动快慢的内在规律,同时培养学生数据处理、分析与归纳总结能力,以及面对实验误差的科学态度和改进方法,助力学生在科学探究实践中实现科学思维进阶,达成多学科融合的综合素养提升的核心目标。

(4)拓展活动环节——通过足球运动的现实生活案例,引导学生探索力如何改变足球运动状态,使学生在熟悉的生活场景中运用所学知识,实现知识的迁移与应用。通过小组讨论,学生自主得出改变力的大小可调控物体运动快慢的结论,教师及时总结升华,明确力对物体运动状态的多维度影响,强化学生对力作用效果的全面认知。该环节不仅帮助学生内化知识,建立新旧知识的紧密联结,更让学生深刻领悟科学知识源于生活、用于生活的道理,提升其运用科学知识解决实际问题的能力。

### 参考文献

- [1] 胡卫平.在探究实践中培育科学素养——义务教育科学课程标准(2022年版)解读[J].基础教育课程,2022,(10):39-45.
- [2] 黄晓,李扬.论STEM教育的特点[J].江苏教育研究,2014,(15):5-7.
- [3] 叶嘉辉.基于STEM教育理念的PBL教学模式设计与实践研究[J].电化教育研究,2022,43(02):95-101.
- [4] 王玲玲.基于STEM的小学科学课程设计研究[D].华东师范大学,2015.
- [5] 王琦.小学科学STEM教学的个案研究[D].长春师范大学,2018.
- [6] 党海燕.基于STEAM项目学习理念的小学科学探究活动的教学设计与实践[D].江西师范大学,2021.