指向质疑创新的初中物理实验MDA教学模式实践探索

——以人教版八年级上册“质量”为例

陈东滨[1] 梁国瑛[2] 谢桂英[3] 余耿华[4] 范传东[4]

(1.广东省教育研究院黄埔实验学校 广东 广州 510700;2.广州市执信中学南沙学校 广东 广州 511458;
3.广州市荔湾区教育发展研究院 广东 广州 510163;4.广东省教育研究院 广东 广州 510035)

摘 要:质疑创新是科学思维的核心,需要基于事实和科学推理进行批判性思考,提出新见解.MDA教学模式通过生活原型、构建模型、科学探究和返回原型四个环节,培养学生模型建构、批判性思维、实证逻辑和创新思维能力,提升学生质疑创新能力.以“质量”课程为例,探讨MDA教学模式如何在初中物理实验中落实核心素养,促进学生质疑创新能力发展.

关键词:质疑创新;初中物理实验;MDA教学模式

中图分类号:G633.7 **文献标识码**:B **文章编号**:1008-4134(2024)16-0024-05

1 问题提出

《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)将科学思维纳入物理核心素养[1].质疑创新要求基于事实和科学推理,对观点和结论进行质疑、批判、检验和修正,从而提出创造性见解.尽管科学思维备受关注,但质疑创新鲜有涉及.

传统的物理教学方法侧重于知识传授和应试技能,忽视对科学思维和质疑精神的培养.学生往往被动地接受理论和公式,限制创新思维和批判性思维的发展,导致学生对物理学习的兴趣减弱[2].本研究以“质量”为例,探讨在初中物理实验中实施“MDA”(Model Based Discovery and Application,基于发现与应用的模型,简称MDA)教学模式的策略,旨在促进学生质疑创新能力的发展,培养必备品格和关键能力,以适应个人和社会发展的需求[3].

2 概念界定与理论基础

本研究以“质量”为例,通过情境创设、模型建构、质疑创新及体验探究的过程,探讨在初中物理实验MDA教学模式下实施有效教学策略,以培养学生的科学思维能力,提升其物理学科核心素养[4].

2.1 课标解析

新课标强调物理课堂教学的核心素养、目标要求、课程内容和学业质量.学业质量反映物理核心素养内涵,科学思维是核心内容.以“天平”为例,分析新课标中对各要素的要求,明确具体教学目标(见表1).

表1 以“天平”为例分析科学思维的目标要求和具体教学目标

科学思维	目标要求	具体教学目标
模型建构	学会建构模型,分析物理问题	能构建天平模型,会用模型分析生活中常见实际问题,会正确使用天平,能根据实际场景抽象模型解决实际问题
科学推理与论证	能对相关问题和信息进行分析和论证	能按天平测量的实验方案操作,获得实验数据,分析实验数据.有利用证据对所研究的问题进行分析和解释的意识,能使用简单且直接的证据表达自己的观点,具有初步的科学论证能力
质疑创新	能独立思考,具有质疑和创新意识	能敢于质疑天平的结构、原理;敢于独立思考;敢于设计实验验证猜想;敢于改进实验设计;敢于创新实验;敢于对方案和结论提出自己的见解

基金项目:广州市教育科学规划课题2025年青年教师专项课题“基于‘玩中思·研中学’的初中‘物理+’跨学科主题项目式学习实践研究”(项目编号:202419741);广州市黄埔区教育科学“十四五”规划2022年面上一般课题“智慧教育视域下的初中物理力学实验科学方法教育实践研究”(项目编号:2022097);广州市南沙区教育科学规划2024年度一般课题“核心素养导向的初中物理ADDIE教学模型的实践研究”(项目编号:NSJYKY2024101);广州市教育科学规划2022年度课题能效专项课题“‘双减’背景下初中物理ADDIE教学设计模型的实践研究”(项目编号:202214110).

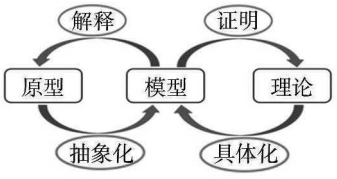
作者简介:陈东滨(1987—),本科,中学一级教师,研究方向:中学物理教育教学研究;
余耿华(1976—),博士研究生,中学正高级教师,研究方向:“玩·研·创”、课程与教学论、教学评价;
范传东(1973—),硕士,中学正高级教师,研究方向:中学物理教育教学研究.

中国知网 https://www.cnki.net

2.2 初中物理实验 MDA 教学模式构建

在天平的使用中,教师直接灌输学生如何使用天平,而忽略对其工作原理的理解. 因此,基于生活原型建立物理模型至关重要,有助于学生理解和掌握物理规律. 深圳市龙岗区华中师范大学龙岗附属中学王宇辰经过深入研究与实践提出了 MDA 的教学模式,并在《MDA 习题课教学模式的建构与应用》[5] 中对该教学模式进行了详细的解释.

如图 1 所示,在原型、模型与理论的关系基础上,设计如图 2 所示的初中物理实验 MDA 教学模式,该模式包含四个教学环节并呈现出循环特征.



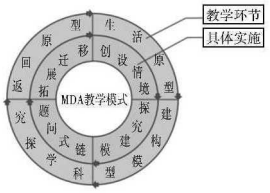


图 1 基于发现与应用的模型(MDA)　图 2 MDA 教学模式

生活原型:在 MDA 教学模式中,第一环节旨在真实生活情境中探寻原型. 情境认知学习理论主张知识具有情境性,抽象知识在有效融合于学习情境的过程中得以深化与完善.

新课标要求在新物理概念的构建中,为学生创造熟悉情境,引导学生深度思考实际问题,提炼共性特征. 结合实例、案例、体验和基础概念,将生产、生活与物理知识相结合,激发学生探索欲望,培养成就感,增强文化自信,这对物理教学具有深远的意义.

建构模型:MDA 教学模式第二环节旨在将原型转化为理想的物理模型. 建构主义认为,学习是学习者基于既有知识,通过经验构建或阐述现实,主动处理新信息,实现知识建构的过程.

由于新课标中对物理学科核心素养没有分级,借鉴《普通高中物理课程标准(2017 年版)》,基于 SOLO 分类理论,把物理模型建构中发展学生质疑创新能力划分为 5 个水平要求(见表 2).

表 2 模型建构中发展学生质疑创新水平划分

水平等级	模型建构	发展水平
水平 1	说出简单的物理模型	知道质疑创新重要性
水平 2	熟悉情境中构建物理模型	具有质疑创新意识
水平 3	能恰当应用模型解决熟悉情境中的简单问题	能应用已有模型提出质疑,从不同角度思考物理问题
水平 4	能将简单熟悉的实际问题转化为物理模型	能对结论提出有依据的质疑,采用不同方式分析解决物理问题
水平 5	能将复杂抽象的实际问题转化为物理模型	能从多视角审视检验结论,解决问题具有一定的新颖性

从说出到应用,再到转换,从熟悉情境到实际问题,再到复杂实际问题,新课标对不同水平的物理建模能力进行明确划分. 这也充分表明,培养学生掌握建模及运用建模的能力是一个长期的过程,需要将物理模型建构融入日常教学实践中.

科学探究:在 MDA 教学模式的第三环节中,强调通过构建链式问题开展科学探究. 我国著名心理学家林崇德教授关于思维发展阶段论的观点为:

思维形式间存在替代与共存关系,直观行动思维可转化为具体形象思维或动作逻辑思维,为抽象逻辑思维奠定基础. 教学应在不同阶段培养不同类型思维,链式问题则助力学生攀升至新的认知高度,培养问题意识和证据意识,最终提升学生的物理核心素养(如图 3 所示).

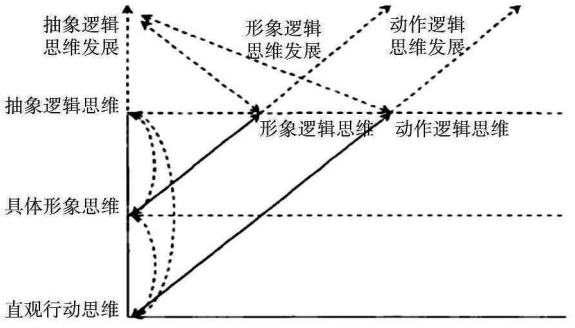


图 3 思维发展模式图

返回原型:在 MDA 教学模式的第四个环节,拓展优化过程的核心目标是回溯至原型. 引导学生返回到初始情境或相似环境,运用直观行动思维、具体形象思维和抽象逻辑思维对构建的模型进行深度优化与拓展. 通过这一步骤,学习者能够将所学的物理知识转化为解决实际问题的物理观念与科学思维,从而实现知识的内化与应用.

3 MDA 教学模式在初中物理实验教学中的课例探索

实验教学在物理中至关重要,MDA 模式引导学生真实感受探索,构建模型,培养科学思维. 链式问题的设计促进学生自主探索,培养团队精神. 实践应用强调学以致用,服务生活.

3.1 内容概述

“质量”一课属于“质量与密度”单元,该单元主要对应新课标内容部分的第一个主题“物质”下的二级主题“物质的属性”. 学业要求是:“知道质量的含义. 会测量固体和液体的质量[6].”

本节聚焦“质量”概念,引导学生理解质量概念,并掌握天平的使用方法. 对八年级学生而言在生活中,“轻”“重”含义多样性,容易与“质量”概念混淆,教师在教学中应结合生活实际,创设真实情境,提出问题,引导学生讨论,感悟物理模型构建的必要性.

中国知网 https://www.cnki.net

3.2 实施策略

初中学生科学探究实践有限. 本研究采用 MDA 教学模式,以核心素养为导向,注重育人功能. 通过真实生活情境中的原型构建物理模型,在链式问题中验证模型效能和迁移性,应用于实际问题解决. 期望提升学生科学探究能力,实现素养课堂教学,推动初中物理实验教学的优化与创新.

3.3 实施重点与难点

“用托盘天平测物体质量”实验是学生必做测量实验,天平是后续实验的关键仪器,其重点是天平操作. 而天平结构烦琐且原理独特,是学生理解的难点. 教师应引导学生构建天平模型,理解其设计原理,以掌握各部件的功能.

3.4 实施过程

3.4.1 创设“真”情境,引出“真”主题,知道质疑创新重要性

创设问题情境1:两个形状相似,但体积不同的蛋糕,小蛋糕实际质量比大蛋糕质量大,为了填饱肚子,会选择哪种尺寸的蛋糕?

问题进阶思考1:从视觉角度出发,较大的蛋糕含有更多的面粉,这种看法是否正确? 请通过实际操作加以验证.

创设问题情境2:请学生用手掂量一下蛋糕. 判断哪个尺寸蛋糕更重一些?

问题进阶思考2:观察到的与测量的结果存在差异,应该如何更加科学、准确地去判断? 从而引出新的物理概念——质量.

设计意图:通过设计贴近生活的情境吸引学生,使学生从生活走向物理,激发学生的探索热情. 在观察现象的基础上,引导学生提出物理问题,引发学生质疑. 在兴趣的驱动下,展开科学探究,为质量概念教学奠定基础[7].

创设问题情境3:展示图4提供的日常生活常见物品,引导学生进行分类归纳并说出分类的依据.

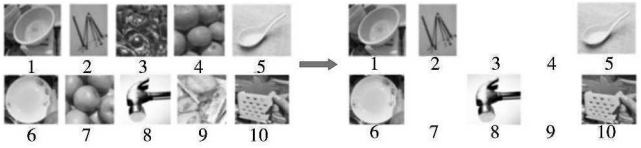


图4 日常生活中常见的一些物品

学生按用途、材料进行分类,如铁锤、铁钉由铁制成,汤勺、碟盘由陶瓷制成. 物质指制造物体的材料,如铁、陶瓷,自然界一切物体都由物质组成.

设计意图:通过观察、讨论、分类,让学生明白“物体”“物质”的区别,为质量概念的教学做铺垫.

问题进阶思考3:分类的物品中,铁钉和铁锤,汤勺和碟盘,所含物质的多少是相同的吗? 通过讨论、师生回答,引导学生总结,从而得出质量的概念.

问题进阶思考4:质量有大小,那么质量的单位是什么呢? 超市买东西时用的单位是什么? 成语“半斤八两”,是半斤等于八两吗? 引导学生思考:

(1)质量的单位演变历程?

(2)质量的国际单位是如何确立的?

问题进阶思考5:学生可以估测以下物体的质量(如图5所示),并引导学生对物体的质量进行单位换算.

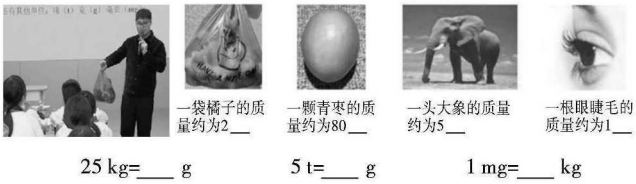


图5 估测物体质量

设计意图:引导学生通过对比物体理解质量概念,介绍质量单位演变历程,让学生了解质量单位的发展脉络. 展示实物让学生估算质量,拓宽学生视野,加深对质量概念的理解.

估测能力是初中生的重要能力,反映学生运用知识解决问题的能力,是质疑创新的必备品质. 教师设计问题引导学生挖掘估测依据,将标准量显性化,帮助学生理解估测是与标准量比较的过程,提升估测能力,培养质疑创新意识[8].

3.4.2 基于“前”概念,建构理想模型

基于学生现有的知识基础和认知能力,构建物理模型,降低学生的理解难度,激发学生的质疑创新精神. 在之前的教学环节中,已经成功地激发学生的求知欲望. 为了进一步深化他们的思维层次,提出以下进阶问题,旨在推动学生深入思考.

问题1:两个相近的橘子,在不使用任何工具的情况下,如何确定它们质量的大小?

鼓励学生积极探讨和实践,引导学生通过操作来感知两个橘子的质量差异,发现很难直观判断.

问题2:有什么工具可以测量物体的质量呢? 引导学生根据自己的生活经验回答.

问题3:物理学探究复杂现象时常从最简单的部分入手. 战国时期用于测量质量的工具是木衡和铜环权(如图6所示). 教师制作一个木衡的模型(如图7所示). 这个模型的水平横梁中心与竖直杆相连,并且可以自由转动. 横梁的两端对称地悬挂两个大小完全相同的托盘. 那么,这个木衡模型是如何测量物体质量的呢?

设计意图:学生解决物理问题需经历模型构建过

中国知网 https://www.cnki.net



图 6　木衡铜环权



图 7　木衡模型

程,有助于顺应前概念,形成稳固物理观念,提升科学思维. 实验探究前设置理论探究环节,能巩固知识,符合思维发展,为实验探究与数据处理奠定基础.

3.4.3　巧设链式问题,引导学生质疑创新

问题 1:图 6 中的木衡能否直接拿去比较两个橘子质量的大小?

问题 2:应该调到什么位置比较合适?

教师实际操作,将木衡调至水平位置,让学生知道使用天平前横梁要处于水平平衡状态,知道质疑创新的重要性.

问题 3:为了更精确地表示水平位置,应对木衡如何进行优化改进?

问题 4:当指针在分度盘的什么位置时表示木衡水平平衡?

让学生知道,为什么天平要设计分度盘和指针,目的是更精确与客观地判断横梁是否“水平”,培养学生的质疑能力.

问题 5:发现木衡不能在水平位置保持平衡,右边高了,那是哪边轻了?

问题 6:你有什么办法让它水平平衡?

问题 7:再想想,现在平衡螺母应该向哪边调节才能使木衡水平平衡?

让学生知道,天平为什么要设计平衡螺母,相当于所说的“配重”,培养学生的质疑创新意识.

问题 8:古时无货币,交易皆物换物. 假设教师欲以青枣交换橘子,为保证交易公平,二者质量应相当. 然而,若青枣因干燥收缩而品质下降,那么其是否能换取同等质量的橘子? 引导学生明白天平要设计游码的目的是使测量更精确.

问题 9:将青枣作为标准物体显然是不公平的. 经过长期的演变和发展,现在有更为标准的物体——砝码. 若砝码出现磨损或生锈,那么它还能被视为标准物体吗?

引导学生知道等效替代的思想方法,使学生能应用已有模型进行质疑,从不同角度思考物理问题.

问题 10:砝码上标注的质量值分别为 200 g、100 g、50 g、20 g、10 g 和 5 g. 那么,这些砝码的质量标准是如何确定的呢? 这个问题可以借鉴我国人民币的面额设计来进行理解. 通过借鉴人民币面额设置,让学生思考砝码质量规格的设计,培养学生用不同方式分析解决物理问题的能力.

问题 11:当加减最小规格砝码时,依然没有办法使两边平衡,该怎么办?

问题 12:在称量过程中调节平衡螺母,不知道相当于调了多少克,也就没有办法读出物体的质量是多少,因此测量的时候不能调平衡螺母,那么该怎么办呢?

问题 13:称量时调节平衡螺母,破坏了开始的平衡,能否从其他方面来添加一个类似平衡螺母的结构,进行调节?

引导学生思考“能否调节平衡螺母来使两边平衡”,学生否定调节平衡螺母,启发设计带刻度“平衡螺母”即游码,培养多角度审视问题、质疑并解决物理问题的能力.

教师演示实际操作,指导学生进行实验,通过 PPT 展示,再次强调托盘天平的使用方法和注意事项(如图 8、图 9 所示).





图 8　教师演示天平操作





图 9　学生用天平测量

设计意图:这 13 个链式问题紧密围绕学生的前概念展开,层层递进,与学生的思维能力相契合. 通过这一连串的问题,逐步培养学生的证据意识[9],并在思考过程中逐步构建出天平模型. 当学生对天平模型有了清晰的认识后,教师将进行实际操作演示,以巩固学生的理论知识. 演示结束后,教师及时引导学生回归教材,仔细阅读天平的使用说明书,使学生系统地掌握天平的操作方法,显著地降低学生在实际使用过程中出现错误操作. 通过以上的教学活动,学生能够在理论与实践的结合中,全面提升对天平的应用能力.

3.4.4　解决实际问题,回归生活原型

实际问题 1:学生已经测出橘子的质量,如果将橘子剥开,改变它的形状,放入天平中,观察能否再次让天平平衡? 引导学生改变橘子的形状,利用天平进行测量,判断其质量与形状无关.

实际问题 2:改变橘子的地理位置,其质量是否发生改变? 利用天平再次测量,判断其质量与地理位置无关.

实际问题 3:利用天平测量出放置在桌面器材箱中的冰块,熔化前后质量是否发生变化? 引导学生利用天平测量其熔化前后的质量变化,判断其质量与状态无关.

中国知网　https://www.cnki.net

大量的事实说明,物体的质量与物体的形状、位置、状态无关,质量是物体本身的一种基本属性.

设计意图:利用生活物品进行物理实验,提升学生问题解决和创新能力,同时培养实践能力.将课题延伸至课外,让学生在日常生活中发展探究思维.改进实验器材,提供更多动手实践的机会,进一步培养实验技能和质疑创新能力[10].

3.4.5 实施活动流程

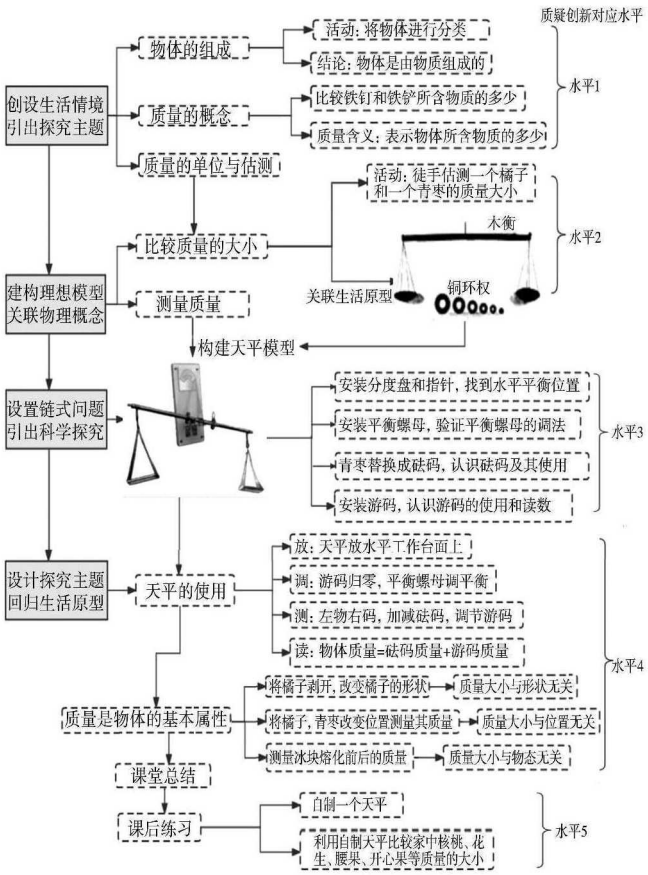


图10 实施活动流程图

3.5 MDA教学模式在本课例的创新之处

3.5.1 基于MDA教学模式,实施科学探究教学方法

施瓦布强调科学探究在科学教育中的核心地位,认为科学教学应引导学生将科学作为探究过程.科学探究课堂旨在让学生成为知识的创造者,经历与科学工作者相似的探究过程,主动获取物理知识,培养科学能力和素养.

本节课用生活情境激趣,运用MDA模式通过天平模型将问题物理化,培养学生质疑与推理能力.运用链式问题引导科学探究,最终设计课题让学生应用自制天平解决实际问题,培养科学探究素养.

3.5.2 设置开放性问题,加强质疑创新思维培养

创新是当代社会的核心主题,其中,猜想与假设、对自然规律特定性的坚定信念,皆为创新思维之关键要素,激发无穷的创新活力.

本课例运用MDA教学模式,引导学生探究规律,构建天平模型.通过开放性问题激发学生思考,培养批判性思维,激发好奇心.设计课外探究课题,鼓励学生查阅资料,运用日常物品进行实验,探索生活化教学,提升解决问题能力,关注科学与技术的联系,增强学生的社会责任感和爱国热情.

3.6 结束语

落实学生学科核心素养于实验教学中是教育工作者的研究重点.在实验教学中,培养学生发现问题和提出问题的意识是质疑能力的基础,也是创新能力的关键部分.因此,在实施必做实验时,培养学生问题意识和证据意识非常重要.这也有助于学生深度参与,提升教学效果.

初中物理MDA教学模式强调模型建构与科学探究,培养学生质疑创新能力,注重真实情境与问题链引导,发散学生思维,提升解决问题能力和将知识迁移应用于真实生活情境的能力,实现物理知识社会化.

参考文献:

[1]中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.

[2]徐颖.指向学科核心素养的初中物理学科育人策略[J].中学物理,2022,40(22):2-5.

[3]张雪,张静,许桂清,等.基于学生质疑创新思维发展的概念转变教学设计——以高中物理"光的全反射"为例[J].天津师范大学学报(基础教育版),2024,25(02):33-37.

[4]范传东.基于学生学科核心素养培养的物理规律教学探索——以"探究光的反射规律"为例[J].中学物理,2020,38(08):43-44.

[5]王宇辰,胡正.MDA习题课教学模式的建构与应用——以"动能定理的应用"习题课教学为例[J].物理教师,2022,43(06):85-89.

[6]李春密.初中物理义务教育课程标准(2022年版)课例式解读[M].北京:教育科学出版社,2022.

[7]王伟芳.巧设阶梯性引导问题,改进操作类实验教学——以"用天平测量物体的质量"为例[J].湖南中学物理,2023,38(03):61-63.

[8]彭宪流,余耿华,李池华,等.科学思维视角下的物理情境化教学策略[J].物理通报,2023(11):59-63,84.

[9]余耿华,谢桂英,许桂清.指向质疑创新能力发展的闯关实验教学[J].中学物理教学参考,2022,51(05):15-17.

[10]谢桂英,余耿华,张军朋,等.中学物理演示实验改进创新——十七年的探索创新之路[J].中学物理,2020,38(09):25-28.

(收稿日期:2024-04-12)

中国知网 https://www.cnki.net