

小学数学课堂中数学美育的融合路径研究

董晓媛

南通师范高等专科学校初等教育学院, 江苏南通, 中国

【摘要】数学美是数学文化中一块闪亮的拼图, 它藏身于简洁的公式、对称的图形、统一的规律和奇妙的结论之中。《义务教育数学课程标准(2022年版)》明确提出, 要引导学生欣赏数学美、感悟其审美价值。可放眼当下的小学数学课堂, “重知识、轻体验”“重技能、轻情感”的现象依然普遍, 数学美的育人功能远未得到充分释放。本研究在梳理五篇相关文献的基础上, 首先从理论上厘清数学美的内涵与育人价值, 继而直面现实教学中的突出问题, 最后尝试建构一条融合路径——围绕“形态美—思维美—文化美”三个层次, 配套“情境浸润—探究体验—创造表达”等教学策略。研究显示, 把数学美有机地揉进教学目标设定、活动组织与评价改革中, 能够有效激发学生的兴趣, 涵养理性精神, 提升审美品味, 最终指向“以美启真、以美育人”的教育追求。

【关键词】数学美; 小学数学; 以美启真; 融合路径; 育人价值

1. 引言

提起数学, 很多人脑海里蹦出的词是“抽象”“严谨”, 甚至有点“冷冰冰”。可华罗庚先生早就说过, 数学本身是壮丽多彩、千姿百态、引人入胜的, 你觉得它不美, 那是因为你站在花园外面。的确, 数学不仅有严密的逻辑体系, 更有独特的美学气质——简洁的公式、对称的图形、统一的规律、奇妙的结论, 处处都在无声地散发魅力。

《义务教育数学课程标准(2022年版)》在总目标里明确要求, 要让学生“对数学具有好奇心和求知欲, 了解数学的价值, 欣赏数学美, 提高学习数学的兴趣”[1]。把“欣赏数学美”写进课程目标, 这相当于从政策层面给数学美育正了名、撑了腰。

可回到真实的教学现场, 情况并不乐观。应试的惯性还在拉扯, 老师们大多盯着“四基”“四能”这些显性指标, 对学生审美素养的关照却很有限; 而学生们呢, 又因为数学太抽象、太严密, 动不动就犯怵, 很难体会到其中的美感。苏赛丹和林俊说得直白: 教师那边, 短期目标压得紧; 学生这边, 抽象逻辑让人望而生畏[2]。所以, 我们既要系统理清数学美到底美在哪、有什么用, 还得针对实践中目标虚化、手段欠缺这些老问题, 拿出真正能落地的策略。本文要回应的正是这样一个问题: 小学数学课怎么把数学美巧妙地融进去, 让学生在发现、感受、欣赏乃至创造美的过程中, 知识、思维和品格都能一同生长。

2. 数学美的内涵特质与育人价值: 从理论阐释

到教学融合的框架建构

2.1 数学美的多元内涵

数学美的内涵很丰富, 不同学者各有侧重。亚里士多德说, 美的主要形式就是秩序、匀称和确定性, 而这些正好是数学研究的原则。我国数学家徐利治则把数学美概括为概念的简单性、统一性, 结构系统的协调性、对称性, 命题与模型的概括性、典型性和普遍性, 还有奇异性等等。

简洁美是数学最直观的美学特征。数学最擅长用最少的符号说最多的事, 用最简单的公式管最复杂的规律。比如圆的周长公式 $C = 2\pi r$, 三个符号就把周长和半径的关系讲得清清楚楚; 圆柱的表面积公式化简为 $S_{表} = C(h + r)$, 形式干净利落。张晓甜也提到, 只用半径和高两个量, 就能描述并构造出那么多千姿百态的实物, 这本身就是简洁美的生动写照[3]。

对称是数学中普遍存在的美学形式。圆有无数条对称轴, 等腰三角形、正方形、长方形等图形都具有对称性。对称不仅体现在几何图形中, 也体现在代数表达式中, 如完全平方公式 $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ 就具有对称的结构特征。

统一美在数学中的表现为不同对象可用同一公式刻画。例如, 长方体、正方体、圆柱的体积都可以用“底面积×高”来计算, 统一为 $V = Sh$; 平行四边形、三角形、梯形的面积都可以看作“每排单位面积数×排数”。

和谐美体现为数学各部分之间的协调与呼应。比如, 一个矩形, 如果长宽比是黄金比,

那么切掉一个正方形后,剩下的小矩形依然服从相同的比例。体现了数学在视觉上的秩序与平衡之美。

至于奇异美,则往往隐藏于那些表面相去甚远、实则精确关联的结论之中。例如, $0.999\cdots=1$,它不是无限接近,而是严格等于。无限循环小数竟然等于一个看似不同的整数,能极大地激发学生的好奇心和探究欲。

2.2 数学美的育人价值

数学美并非教学内容的可有可无的点缀,而是具有实质育人功效的重要组成。

其一,塑造敢于质疑的思维品格。数学美所特有的新奇感与冲击力,能有效唤醒学生的内在好奇心,催生“敢想、敢问、敢试”的探索冲动。比如,学生在计算圆柱表面积时因步骤复杂而生出“是否有更简洁路径”的疑问——这些源于审美敏感的问题意识,正是创新思维萌发的第一推动力。

其二,涵养勇于探索的治学态度。数学美的背后,往往站立着数学家孜孜以求、不惮艰难的身影。祖冲之之所以能将圆周率研究推向古代世界的顶峰,“是与他‘搜练古今’‘咸加该验’‘不虚推古人’的科学精神分不开的”。学生在领略数学之美的同时,也在无形中接受这种求索精神的浸润,逐渐养成直面困难、锲而不舍的学术气质。

其三,培植善于思辨的理性精神。数学美与数学之真往往互为表里——对简洁、对称、和谐之表达形式的追寻,要求学习者深入数学对象的内在结构,厘清概念之间的逻辑脉络。例如,在推导圆柱体积公式时,学生从圆面积的推导方法获得启示,进而迁移至三维情境,这正是理性精神得以生长的土壤。

2.3 当前小学数学教学中数学美融合的现实困境

尽管课程标准已明确将“欣赏数学美”列作教学目标,然而审视当下教学实践,数学美与小学数学课堂的有效融合,仍面临不容忽视的落差。

在教学目标的设计层面,教师通常倾向于将“掌握公式”“经历推导”等认知与过程性目标写得详尽充实,而情感态度维度则常以“感受数学与生活的联系”一类泛化表述一笔带过,审美目标几近形同虚设。郁晓宇曾建议以感知美、欣赏美为导向来统整目标[4],但从实际教学来看,这一建议的落地仍属少数。

在教学内容层面,数学教材中虽不乏审美元素,却常被教师以“知识点讲授”为优先而忽

略对其美学意蕴的主动开掘。例如,讲授“圆的周长”时,教学重心往往落在圆周率的计算应用上,而圆周率发现历程中所蕴含的科学精神与美感体验,则鲜有被充分展开者。姜萍的研究表明,人教版新教材已着手增加美育素材,如转盘型密码锁、鲁班锁、独孤信印章等,但“将这些素材巧妙渗透于数学课堂教学的各个环节”,尚需教师的创造性转化与系统设计[5]。

上述问题产生的可能原因:从观念层面看,“重智育轻美育”的传统观念依然根深蒂固;从能力层面看,部分教师自身对数学美的认识不足,缺乏挖掘和呈现数学美的能力;从资源层面看,适合小学数学美育的教学资源和案例仍较为匮乏。

2.4 数学美与小学数学教学融合的理论框架

数学美与小学数学教学的融合,并不是在知识传授之外附加一段审美教育,而是需要在课程与教学设计层面做出结构性调整。这一过程既需要理论支撑,也离不开清晰可行的实践指引。

从理论基础来看,审美体验学习理论、建构主义学习理论和情境认知理论构成了数学美育的三大支柱。审美体验学习理论揭示了审美情感与认知加工之间的内在关联:当学生在数学学习中因发现规律、解决问题而产生惊奇感或满足感时,这些积极的情感体验会转化为持久的学习动力,推动认知活动走向深入。建构主义学习理论则强调,只有在“观察—猜想—验证—归纳”的完整探究链条中,学生才能真正领会公式的简洁之美、推理的逻辑之美。情境认知理论进一步指出,数学美的体验需要在具体的问题情境中展开。蕴含美学意蕴的情境——无论是故宫廊柱中蕴含的圆柱之形,还是蜂巢结构中体现的六边形之巧——能够成为学生进入数学审美世界的自然入口。这三个理论相互支撑,共同阐释了数学美育“何以可能”与“何以有效”的根本问题。

在理论整合的基础上,本研究提出一个简明可行的实践框架,其核心逻辑可以概括为“一个方向、三条路径、两个贯穿”。“以美启真”是始终不变的方向——审美体验的最终指向是促进学生对数学本质的理解和数学素养的发展,审美是手段而非终点。三条路径分别指向数学美的三个呈现层次:其一是外在形式的审美感知,即数学知识在图形对称、公式简洁、结构整齐等方面所展现的直观美感,这是学生接触数学时最先捕捉到的审美层面;其二是内在思维的审美体验,即学生在探究过程中

所经历的逻辑力量与思想方法之美,如从繁琐到简洁的抽象概括、从特殊到一般的规律发现,这些体验指向数学的内在秩序;其三是文化意蕴的审美浸润,即数学知识背后的人文积淀与精神价值,如数学家的探索历程、数学发展的历史脉络,以及数学与人类文明的深厚关联。两个贯穿则强调:在纵向上,审美体验应贯穿知识学习的全过程,而非仅在课堂的某一环节被提及;在横向上,审美体验应兼顾认知发展与情感涵养两条线索,使学生在“感知—理解—创造”的完整过程中逐步实现审美素养的自主生长。

3. 数学美与小学数学教学融合的实践路径

3.1 目标统整:将审美素养纳入教学目标体系

教学目标是教学活动的起点和归宿,决定着教学的方向与评价的依据。在传统教学设计中,教师往往围绕“知识与技能”“过程与方法”“情感态度与价值观”三维目标进行表述,但情感态度维度经常沦为“感受数学与生活的联系”“体会数学的重要性”等泛化表达,审美素养的培养目标更是处于“可有可无”的边缘位置。要实现数学美与教学的深度融合,首先需要在目标层面完成从“可有可无”到“清晰可评”的转变。这意味着审美素养目标不应再是知识目标的附属品或点缀物,而应成为与知识目标、能力目标并列的独立维度,具有明确的内涵指向和可观可测的表现标准。

以《圆》单元的教学为例,融合性教学目标可以这样设定:在知识与技能层面,要求学生认识圆的各部分名称并掌握基本特征;在过程与方法层面,要求学生通过观察、测量、计算等活动探究圆周率的意义,经历“猜想—验证”的探究过程;在情感态度与审美层面,则要求学生能够感悟圆的对称之美,体会圆周率表达式的简洁之美,了解祖冲之的科学精神并感受数学的理性之美。这样的目标设计使审美素养有了明确的教学落点,避免了“课时结束后仍不知审美目标是否达成”的尴尬。更为关键的是,审美目标的明确化会反向驱动教学内容选择与教学活动的设计——当教师清楚地意识到本节课要让学生感受“简洁美”时,他就会有意识地在公式推导环节放慢脚步,引导学生对比不同表达形式的优劣,而非匆匆奔向结论。苏赛丹、林俊在圆柱表面积公式的教学中正是遵循了这一逻辑——教师不满足于让学生记住公式、算对结果,而是刻意引导学生从繁琐的原始表达式走向简洁的优化表达式,并在这一过程中追问“哪种形式更美”“为

什么更美”,从而使审美素养的培养与知识目标的达成同频共振。

3.2 内容开发:深度挖掘教材中的美育资源

教材是教学活动的基本依凭,也是数学美育资源最为集中的载体。然而,教材中的美学元素并不会自动转化为学生的审美体验,它们在很大程度上处于“蛰伏”状态,有赖于教师以审美的眼光重新审视教材、以教育的智慧激活其中的美学基因。这种挖掘工作可以从三个层面展开。

第一个层面是知识本身的美学属性。每一个数学知识点都可能在某种维度上蕴含着特定的美学特质:轴对称图形彰显着对称之美,用字母概括运算律彰显着抽象简洁之美,不同图形面积体积公式统一为“底面积 $\times$ 高”彰显着结构统一之美,“月牙定理”中曲边形面积等于直边形面积彰显着奇异之美。教师需要具备敏锐的识别能力,能够在备课过程中自觉地问自己:“这个知识点蕴含着什么类型的美?它最值得学生体验的美学特质是什么?”

第二个层面是数学史料中的美学价值。数学史是数学美育的资源富矿,圆周率的探索历程中蕴含着精确与近似的辩证之美,勾股定理的数百种证明中蕴含着方法的多样性与思维的灵动之美,希波克拉底发现“月牙定理”的故事中蕴含着偶然与必然交织的奇异之美。姜萍的研究提醒我们,鲁班锁、独孤信印章等历史文物“除了体现古人的数学审美,更体现了他们的数学智慧”,这些素材的引入不仅能够激发学生兴趣,更能够在历史情境中还原数学知识的发生过程,让学生感受到数学并非静态的结论堆砌,而是动态的、充满人的温度的探索历程。

第三个层面是生活中的美学素材,生活世界是数学美的生动展现场所,摩天轮的旋转呈现着圆形的对称与运动之美,蜂巢的六边形结构呈现着密铺的效率之美,建筑中的对称设计呈现着平衡与秩序之美。张晓甜在“圆柱的认识”教学中从“故宫的廊柱为什么做成圆柱形”这一生活疑问切入,将日常观察与数学思考有机融合,这种生活素材的巧妙运用能够有效消解学生对数学的隔膜感,让他们在自己熟悉的生活场景中发现数学美的踪迹。

3.3 过程优化:设计审美化的教学活动

审美化的教学活动是数学美育从理念走向现实的核心环节。如果说目标是“定方向”、内容是“备粮草”,那么教学活动设计就是“打硬仗”——它直接决定着学生能否在课堂中真

实地经历审美体验。基于文献分析与优秀案例的启示,以下三类审美化教学活动值得重点关注与系统设计。

程如朋设计的“从勾股定理到图形面积关系的拓展”探究活动提供了经典范例:第一阶段“变形状”,学生在直角三角形各边上构造不同形状的相似图形,发现面积关系 $S_1+S_2=S_3$ 始终成立,“在丰富多彩的图形世界背后仅仅只是 $a^2+b^2=c^2$ 这样一个简洁的式子”,由此感悟数学的简洁美;第二阶段“变位置”,学生将形外图形翻折至形内,通过对比不同构型发现“等式左侧均为外侧面积,等式右侧仅为直角三角形面积的倍数,而得到等式的方法均为消去重叠面积”,体会数学的统一美;第三阶段“变一般”,教师展示帕普斯将结论推广到一般三角形的成果,让学生感受到数学美的普遍性。这一设计的精妙之处在于,学生始终是美的发现者而非被告知者,审美体验伴随着认知冲突的解决而自然生成。操作体验式活动则通过“做数学”的方式让学生在动手操作中感受数学美。

张晓甜在“圆柱的认识”教学中设计的“圆柱展开”操作活动——学生将圆柱侧面沿不同方向剪开,分别得到长方形和平行四边形——让学生在动手操作中直观理解“化曲为直”的转化思想,感受二维与三维之间的转化之美。郁晓宇设计的剪纸活动与制作趣味年历活动同样体现了这一理念,学生在剪裁对称图形、设计年历版面的过程中,将抽象的数学知识转化为具象的审美创造,实现了“在做中学、在美中悟”。跨学科融合活动则致力于打破学科壁垒,在更广阔的视野中呈现数学美。

郁晓宇设计了一项饶有趣味的活动:引导学生分析“一去二三里,烟村四五家”等古诗中的数字运用,体会数字入诗的简约美与意境美,继而引入用字母表示数的数学知识。这种活动既激活了学生的语文积累和已有经验,又让数学美在跨学科的映照下获得了更为丰富的表现空间。需要强调的是,三类活动并非彼此排斥,优秀的设计往往是多种活动形态的交融——一次探究活动中可能同时包含动手操作环节,而一次跨学科活动也可能以探究发现为主线推进。

3.4 评价革新:构建三维一体的评价体系

评价是教学改革的“最后一公里”,也是最难突破的环节。无论教学目标设定得多么精准、教学活动设计得多么精妙,如果评价体系依然固守知识技能考查的单一阵地,审美素养

的培养就始终面临着被“考”出来的压力所挤压的风险。因此,数学美育的落地必须伴随评价方式的系统性革新。

在评价内容上,需要突破“知识+技能”的二维框架,构建“知识维度—能力维度—素养维度”的三维一体结构。知识维度指向学生对数学概念、公式、方法的掌握程度,这是传统评价的擅长领域;能力维度指向学生的空间想象能力、逻辑推理能力与问题解决能力,这是近年来随着核心素养研究推进而逐渐受到重视的领域;素养维度则指向学生的审美感知能力、审美鉴赏能力与审美创造能力,以及敢于质疑、勇于探索、善于思辨的品格特质,这是数学美育最为核心也最难评价的领域。三个维度之间并非平行并列的关系,而是相互渗透、彼此支撑——审美素养的生长离不开知识与能力的根基,而知识与能力的掌握在审美动力的驱动下往往更为深入和持久。

在评价方式上,需要实现从单一纸笔测试向多元化评价的转变。过程性评价通过课堂观察、学习档案、活动记录等方式,关注学生在探究活动中的审美体验与思维发展轨迹,捕捉那些无法在试卷上呈现的“瞬间之美”;表现性评价通过作品展示、口头汇报、实践操作等方式,评价学生运用数学知识进行审美创造的实践能力,让学生的审美素养在真实任务中得到显现与检验;同伴互评与自我评价则引导学生从审美角度欣赏同伴作品、反思自身过程,郁晓宇指出,“在‘实践探究’活动结束后,鼓励学生从审美角度欣赏同伴作品,围绕作品的个性特点、艺术表现、鉴赏价值等进行评价,在互相影响、互相熏陶中加深对数学美的感知与了解”。这种多元评价的意义不仅在于“评得更准”,更在于“以评促学”——当学生知道自己的审美表现会被看见、被认可、被反馈时,审美就从一个抽象的口号变成了一个真实的行为目标。

3.5 教师发展:提升教师的数学审美素养

提升教师的数学审美素养,是数学美育实践的根本所在。教师若缺乏审美体验,便难以引导学生感受数学之美;若对美不敏感,便不易发掘教材中的美学元素。为此,需从意识、能力与情怀三个层面协同推进。

意识层面,关键在于建立对数学美的敏感性,养成“备课时先问美”的习惯,自觉追问知识之美何在、学生何处最能感受美,并通过理论学习与同伴交流持续培育。能力层面,教师需掌握将隐性美学显性化的教学策略,学会在

有限课时内为审美体验争取空间,平衡效率与深度的张力,这可借助教学观摩、课例研究等实践培训来提升。情怀层面,则需在持续的审美实践中慢慢涵养,如阅读数学史、参与数学文化活动、与学生共享“发现美”的惊喜时刻。当教师成为数学美的“信徒”,其课堂中的言语与等待自会流露对美的尊重,这种“不言之教”更具感染力。

上述构想有学理支撑:程如朋以勾股定理实验展示探究情境如何让数学美由隐转显[6];郭庆松从课标解读强调审美体验使“冰冷结论”焕发“理解热度”[7];张顺燕论证简洁、对称等美学范畴是数学客观属性的反映[8];波利亚指出解题中对优雅解法的偏好源于深层美学判断[9];郑毓信等从文化学视角视数学美为共同体精神纽带[10]。这些研究从多维度为数学美育的正当性与可行性提供了学术佐证。

4. 结论与建议

基于研究结论,本研究提出,教师应树立“以美启真”的教学理念,深刻认识数学美与数学真理的内在统一性,使美不再是可有可无的点缀,而是贯穿教学全程的核心线索。审美化教学需系统设计,在目标、内容、活动与评价各环节中有机融入美学关照,教师应在备课阶段即有意识地规划美的呈现时机、体验路径与评价方式,而非事后补缀。尤为重要的是,要让学生在“观察—猜想—验证—归纳”的自主探究中亲身经历美的触动,而非被动接受审美结论,这种真实的主体体验才是数学美育最宝贵的契机。同时,应通过数学文化角、美赏专栏、故事分享等营造浸润式环境,发挥其持久而潜移默化的熏陶作用;教师自身的审美素养也需通过专题培训、课例研究等系统提升,因为教师的审美品位直接决定着课堂美育的上限。

本研究亦存在局限:理论建构缺乏大规模实证支撑,理论框架的有效性 & 维度间关系尚待教学实验检验,且未充分讨论不同学段与不

同内容领域的美育差异。未来可开展准实验研究检验融合策略实效,开发基于实证的审美素养测评工具,比较不同版本教材的美育资源配置,并探索动态几何软件、虚拟现实等技术拓展数学美体验的时空边界。数学美是数学花园中最灿烂的花朵,引领学生欣赏美、追寻真,是数学教师的使命;唯有以美激趣、诱思、启真,方能让数学的“冰冷美丽”化为学生“火热的思考”,在“以美启真”中实现数学课程不可替代的育人价值。

参考文献

- [1]中华人民共和国教育部.义务教育数学课程标准(2022年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2]苏赛丹,林俊.彰显数学“以美启真”的育人价值[J].小学数学教师,2025(12):23-29.
- [3]张晓甜.基于“数学美”提升学生图形认知能力的教学探索——以“圆柱的认识”为例[J].小学教学研究,2026(05):82-85.
- [4]郁晓宇.数学美在小学数学教学中的融合路径探究[J].x小学生(中旬刊),2026(03):106-108.
- [5]姜萍.“双新”背景下初中数学教学中的美育研究——以挖掘教材中的数学美为例[J].中学数学研究,2025(12):15-17.
- [6]程如朋.创设探究情境发现数学之美——以“从勾股定理到图形面积关系的拓展”为例[J].z中学数学月刊,2025(12):41-44.
- [7]郭庆松.将数学育人落到实处——《义务教育数学课程标准(2022年版)》的理解与实施[J].江苏教育,2022(49):22-28.
- [8]张顺燕.数学的美与理[M].北京:北京大学出版社,2004.
- [9]G.波利亚.怎样解题:数学教学法的新面貌[M].上海:上海科技教育出版社,2002.
- [10]郑毓信,王宪昌,蔡仲.数学文化学[M].成都:四川教育出版社,2001.