

双师课堂：基于科学家精神核心素养的数学 与科学跨学科课程建设研究

张博越

（天津市滨海新区北塘第一小学）

摘要：本文以培养科学家精神为核心，探索智能体与教师配合的“双师课堂”模式在数学与科学跨学科教学中的应用。以人教版六年级上册《圆的周长》为例，借助祖冲之智能体创设沉浸式的跨学科学习场景，整合数学的圆周率计算与科学的实验探究方法，总结出“情境联动—跨科探究—精神内化—多元评价”的实施步骤，以此验证跨学科融合的可行性和推广意义，为培养既有科学思维又有人文素养的新时代学生提供实践范例。

关键词：双师课堂；科学家精神；跨学科融合；智能体；圆的周长

一、科学与数学跨学科融合的必要性与挑战

（一）政策导向与育人目标

2022年版义务教育课程方案明确指出“加强学科间相互关联，注重培养学生综合素养”，强调通过跨学科学习培养学生的科学精神与实践能力。数学的逻辑推理与科学的实证探究天然具有协同性，例如祖冲之对圆周率的研究，既体现数学的精确计算，又蕴含科学的测量方法、迭代实验等精神内核——他通过无数次测量圆的周长与直径比值（科学实证），结合数学的极限思想（将圆分割为正多边形逼近周长），最终将 π 值精确到小数点后七位，这种“问题—实验—计算—修正”的研究路径，正是跨学科思维的典范。

（二）跨学科融合的现实困境

1. 学生层面

小学生对跨学科知识的关联性理解不足，常常把数学的“计算”和科学的“实验”当成两回事。例如学习《圆的周长》时，学生仅关注圆周率的数值（数学知识），忽视祖冲之无数次测量、一次次修正数据的科学探究过程，因此难以体会到“敢于质疑、反复验证、不断改进”的科学家精神。

2. 教师层面

教师在跨学科整合方面能力有限：数学教师侧重公式推导，科学教师看重实验操作，双方均缺乏数学与科学跨学科要素的挖掘。部分教师即使尝试融合，也因经验不足，导致跨学

科教学流于形式。

3. 方法层面

现有教学缺乏系统的跨学科设计：教材中数学与科学的关联素材分散（如数学提及祖冲之的圆周率成果，科学涉及古代测量技术），融合体系不连贯；部分教师评价仍侧重单一学科知识，对学生在跨学科学习中表现出的观察能力、合作探究精神等关注不足。

二、科学与数学学科融合的方法探究

（一）跨学科教材资源梳理

系统梳理数学与科学教材中与“科学家精神”相关的共通素材，建立跨学科资源表（见表一）。

小学数学与科学教材中“科学家精神”融合资源梳理表（人教版）

教材内容	科学家/ 科学事件	科学精神要素	跨学科结合点及方法简述
《科学二年级上册》第3课“神奇的植物——黄花蒿”	屠呦呦团队	爱国（中医药传承）、 创新（古代药典灵感）、 奉献（抗疟救人）	结合点： 科学：植物与医药的关系；数学：青蒿素产量统计（高年级延伸） 方法：①屠呦呦智能体讲述从古籍到实验的过程，结合数学统计疟疾发病率变化；②科学实验“提取植物汁液”，模仿青蒿素提取逻辑。
三年级数学上册“测量”单元（实践活动：用绳测圆周长）	古代测量技术 （隐含祖冲之）	求实（数据记录）、 坚持（多次测量）	结合点： 数学：周长计算；科学：测量工具演变（绳→软尺→激光测距） 方法：①祖冲之智能体演示“用算筹记录测量数据”，对比现代数学工具； ②科学课开展“古人如何测圆”跨学科实验。
数学五年级上册“多边形的面积”（数学史：《九章算术》“以盈补虚”法）	刘徽 （《九章算术》）	创新（割圆术）、 协作（古代数学家智慧传承）	结合点： 数学：面积推导；科学：古代工程测量（如城墙修建中的几何应用） 方法：①刘徽智能体动画演示“割圆术”，链接科学“逼近法”思想；②小组合作“用卡片还原古代算筹计算过程”。
数学六年级上册《圆的周长》（祖冲之之精算圆周率至小数点后七位）	祖冲之	坚持（15年演算）、 严谨（误差控制）、 爱国（领先世界千年）	结合点： 数学： π 的推导；科学：测量误差分析、实验迭代（如刘徽→祖冲之的方法改进） 方法：①双师课堂：数学教师讲公式，科学教师引导“用不同工具测周长，对比祖冲之误差”；②祖冲之智能体实时点评学生实验数据。
科学六年级下册“宇宙”单元（张衡地动仪的科学原理）	张衡	创新（仪器发明）、 求实（天文观测）	结合点： 科学：振动监测原理；数学：地动仪铜球排列的几何规律。 方法： ①3D智能体还原地动仪工作过程，链接数学“对称图形”；②跨学科制作“简易振动检测仪”，应用数学比例计算。

表一

深度剖析教材是基石。教师应潜心梳理教材里潜藏的丰富资源，梳理数学及科学教材中科学家精神素养融合点，既可化解学生理解深度不足的困境，又能助力教师突破挖掘能力有限的瓶颈。通过系统梳理书中资源，让书中看似零散的文化素材得以串联，构建起完整的知识文化体系，让融合教育有了坚实依托。这里需要注意的是，低段（1-3 年级）应以故事+实物操作为主，如科学课“触摸算筹模型”，数学游戏“古人测量比赛”，侧重“好奇→模仿”；高段（4-6 年级）：以项目式学习为主，如“假如祖冲之有 Excel”跨科任务，数学计算 π 的近似值，科学分析算法效率，渗透“迭代优化”的科学家思维。

（二）契合学生特点的双师互动设计

方法创新是关键驱动力。教师应充分考虑小学生以具象思维为主的特点，巧妙地将核心素养融入跨学科课堂的各个环节。例如，在《圆的周长》一课的新授部分，采用“智能体+教师”的双师模式设计互动场景：智能体通过 3D 动画重现祖冲之测量圆周的过程（如用绳子绕圆、分割圆内接多边形等），直观呈现科学实验步骤后，教师引导学生模仿这一实验，对比智能体展示的“古人数据”与自己的测量结果，在数学计算与科学验证的结合中理解知识。

这种方式既能激发学生对数学知识的兴趣，提升科学素养与动手能力，又能让教师在实践中提升融合教学的技巧，摆脱生硬的“拼凑”式教学，使数学与科学的融合更加自然。

（三）跨学科多元评价体系构建

优化评价体系是有力保障。构建多元评价体系，除了传统的知识考核，增设知识融合、科学方法、精神表现、智能体反馈等多维度评价指标，在知识融合方面关注学生能否用圆周长公式解决科学测量问题（如计算树干横截面周长），科学方法方面关注学生实验操作的规范性（如多次测量取平均值），精神表现方面关注学生面对误差时的坚持态度、小组合作中的沟通能力（体现祖冲之的执着与协作精神），智能体反馈方面通过智能体记录学生在互动任务中的参与度、探究深度，形成过程性评价。

借助这样全面又有针对性的评价，能准确把握教学效果，为不断优化数学与科学的融合路径指明方向。这不仅能让两学科实现深度融合，更能确保科学家精神这一核心素养真正落地，最终培育出德才兼备的新时代少年。

三、三维度四步骤，探究实践路径——以六上《圆的周长》一课为例

上文中，笔者分析简述了解决数学与科学有效融合的方法，下文中，笔者将以人教版小学数学六年级上册《圆的周长》一课为例，通过历史维度（文化传承）、认知维度（思维发

展)、情感维度(价值塑造)三维度,“情境联动—跨科探究—精神内化—多元评价”四步骤(如图1)进行实践路径简述。



图1

(一) 情境导入：双师联动，激活跨学科兴趣

在导入环节,教师借助智能体引入祖冲之形象(如图2)。祖冲之智能体讲述起南北朝时期的测量难题:“如何精确算出车轮的周长?我试着用绳子绕车轮一周,再量绳子的长度,可总因为绳子伸缩有误差……”这番话自然融入了科学史背景和测量中的实际困境。

随后,教师顺势引导,问道:“同学们,祖冲之遇到的这个问题,既需要用数学方法计算,也离不开科学的测量手段,我们能帮他想办法解决吗?”以此引出本节课的主题,同时悄悄渗透“发现问题—解决问题”的科学家思维。



图2

(二) 新授环节：跨科探究，深化精神理解

新授环节,首先通过科学实验铺垫搭建跨学科探究支架。教师取出课前准备的圆形学具(如瓶盖、光盘、圆形纸片等),结合教材中“祖冲之研究圆周率”的数学史素材,引导学

生以小组为单位开展模拟探究：先让学生用绳子绕圆形学具一周，标记绳长后拉直测量，亲身体验科学测量的基本方法；接着指导学生用直尺测量学具的直径，将两组数据记录在实验单上，并动手计算“周长÷直径”的比值——这一过程既落实了数学中“除法运算”的应用，又衔接了科学“数据记录与分析”的探究方法。

在此过程中，学生难免会因测量手法差异出现数据偏差（如绳子松紧不一导致周长误差），教师顺势引导：“大家现在遇到的问题，正是当年祖冲之反复研究时面临的挑战——如何让数据更准确？”同时，祖冲之智能体同步展示古代算筹记录的多组测量数据（如不同直径圆形器物的周长与直径比值），并标注“祖冲之历经千次演算才逐步接近精确值”。学生通过对比自己的实验数据与智能体呈现的古人数据，发现“无论哪种圆形，比值都在 3.14 左右”，初步感知圆周率的客观性，在“面对误差不气馁”的体验中，也可以悄然领悟祖冲之“持之以恒、严谨求实”的科学家精神，实现认知维度（数学概念理解）与情感维度（科学精神培育）的同步推进，呼应了教材中资源“承载古人智慧与探索精神”的育人价值。

（三）总结环节：双师对话，升华精神内核

总结环节，祖冲之智能体以生动的讲述重现历史场景，感慨道：“我用尽一生钻研圆周率，虽说只精确到小数点后七位，但始终相信后人一定能不断突破。”话语里满是对学术的执着和对传承的期许，直观体现出“坚守初心、追求超越”的科学家精神。

教师顺势引导：“祖冲之的坚持对学习有何启发？数学计算与科学实验如何协同推动认知进步？”

学生讨论后总结：应学祖冲之不怕困难，遇数学难题反复推导，做科学实验时多次测量减误差，用数学算理分析数据、科学实验验证猜想。这一总结整合了学科方法关联，将精神内化为学习态度，呼应“三维度”中情感维度的价值塑造与认知维度的思维发展要求。

（四）评价环节：多元反馈，聚焦全面发展

教师结合课堂上的全程观察，运用设计好的“跨学科学习评价单”进行评价。评价单里既包含数学学科的核心指标，比如学生能否熟练用圆周长公式解决实际测量问题（像根据花坛周长算出直径），也包含科学学科的关键能力，比如实验操作是否规范（比如是否通过“多次测量取平均值”来减少误差）、数据记录是否完整（能否清楚标注测量工具和误差原因）。通过这样的双向评价，教师能准确了解学生对数学计算与科学实验结合部分的掌握情况，为之后调整跨学科知识的衔接点提供具体参考。

四、对比启示：融合教育成效凸显

在教学实践中，为探究基于科学家精神核心素养的数学与科学跨学科教学成效，笔者选

取了两个同水平班级进行对照实验（如表 2）。三班采用双师跨学科创新教学法，二班维持传统教学方式，课后调查结果令人瞩目。

基于科学家精神核心素养的数学与科学跨学科教学成效对比数据表							
班级	学生数	圆周长公式应用		科学测量规范度		祖冲之精神内涵	
		能精准应用人数	占比	课后能科学测量人数	占比	能表述学生数	占比
6.3	43	39	90.7%	36	83.7%	40	93%
6.2	42	21	50%	19	45.2%	20	47.6%
差异率			40.6%	\	38.5%	\	45.4%

表 2

可见，跨学科融合教学不仅提升了数学知识掌握度，更显著增强了学生的科学素养与科学家精神认知，验证了双师课堂的有效性。

五、科学与数学跨学科融合的可推广性

本模式在其他课例中的推广，需紧扣双师协同的核心定位与跨学科融合的逻辑框架，其可行性可结合数学及科学教材中资源的育人特性进一步延伸。

（一）双师角色的精准分工与协同发力

智能体作为“历史场景的还原者”与“跨学科知识的联结者”，需深度挖掘教材中科学家事迹的跨学科内涵。例如教学“张衡与地动仪”时，智能体可通过 3D 动画还原地动仪的工作场景，同步标注其内部铜柱的对称几何结构（数学维度）与地震波传导的科学原理（科学维度），直观呈现“几何对称性”与“振动监测”的跨学科关联，这与《圆的周长》中祖冲之智能体联动数学计算与科学测量的逻辑一致。

教师则聚焦“思维引导者”与“精神培育者”的角色，在智能体呈现知识后，引导学生思考“张衡为何要设计对称结构？”“数学的几何稳定性如何支撑科学仪器的精准性？”，并结合地动仪发明背后“为民防灾”的初心，升华至“科技服务社会”的科学家精神，延续“三维度”中历史传承与情感价值的融合路径。

（二）融合逻辑的普适性迁移与实践落地

任何科学家的研究历程均遵循“问题—方法—结论—精神”的闭环，这一逻辑可直接迁移至其他课例，形成标准化设计框架。

以“李时珍采药”为例：

科学探究过程：李时珍遍历各地采集药材（实地调研）、辨别药性（观察实验），对应教材中科学学科“生物分类与特征观察”的探究要求；

数学工具应用：记录药材生长周期（数据统计）、绘制地域分布图谱（几何坐标），联动数学的统计图表与空间几何知识，如同《圆的周长》中用数学计算验证科学测量；

精神品质提炼：面对药材辨识的复杂难题，李时珍“亲尝百草、严谨记录”的坚持，可通过智能体重现其修订《本草纲目》的艰辛场景，教师再引导学生关联自身学习——“如何用数学统计整理实验数据？如何像李时珍一样坚持验证结论？”，实现认知与情感的双重内化。

这种迁移既延续了“梳理教材资源—设计跨学科活动—融入精神培育”的操作路径，又紧扣参考文件中“教材资源承载智慧与精神”的核心，使双师课堂模式在不同课例中保持一致性与可操作性，为科学家精神核心素养落地与跨学科融合提供可复制的实践范式。

六、科学与数学有效融合的完善路径

（一）构建双师协同的培训体系

以教材中资源的跨学科育人价值为核心，开发“跨学科知识整合+智能技术应用”的双模块培训课程。案例教学环节聚焦教材中的科学家素材（如祖冲之、刘徽、杨辉等），通过《圆的周长》中祖冲之智能体联动数学计算与科学测量的实操案例，指导教师掌握智能体的场景搭建、跨学科知识点标注等技术，提升“用技术重现科学史诗”的能力；同时组织数学与科学教师联合备课，共同深挖教材中科学家研究的跨学科细节——如《九章算术》“粟米之法”中粮食换算的数学比例与科学种植的产量统计关联、杨辉三角的数字规律与科学分类法的逻辑共性，确保从教材素材中精准提炼“科学探究+数学工具+精神品质”的融合点，破解教师“跨学科挖掘能力有限”的困境。

（二）建设教材导向的跨学科资源库

紧扣教材中资源的分布特点（如拓展阅读、巩固练习中的科学家事迹），整合适配的创新资源：3D模型还原《周髀算经》的测日影工具、虚拟实验模拟“杨辉三角的数字排列规律验证过程”、动画演示“李时珍采药中的数据统计与植物分类”等，每个资源均标注对应的数学维度（如几何、统计）与科学维度（如测量、观察）融合点，像“祖冲之计算圆周率”资源明确关联“圆周长公式推导（数学）”与“多次测量减误差（科学）”。资源库按教材年级排序，教师可直接调用对应内容，解决“教材素材零散、整合难度大”的问题，强化资源与课堂教学的适配性。

（三）优化贴合认知的智能体交互功能

基于小学生“具象思维为主”的特点，升级祖冲之智能体的自适应交互能力，使其响应贴合教材中数学史的理解难点。例如当学生对“割圆术”的极限思想理解模糊时，智能体自动切换演示场景——从“分割正六边形”逐步过渡到“分割正十二边形”，并结合教材中“刘徽注释《九章算术》”的背景，用“像切蛋糕一样越分越细”的生活化语言辅助讲解；若学生在讨论“祖冲之算筹运算”时出现困惑，智能体即时展示算筹摆法的动态图解，呼应教材中“算筹计数”的文化素材，通过“抽象知识具象化”降低理解难度，提升交互的针对性与有效性。

七、结语

科学与数学的跨学科融合，是培养科学家精神的重要途径。双师课堂中，智能体还原历史场景，教师引导深入探究，让学生在掌握知识的同时，体会科学家的执着与智慧。今后，随着技术进步和教学创新，这种跨学科融合会为基础教育增添更多活力，培养出既有学科素养又有人文情怀的创新人才。

参考文献

- [1] 教育部. 义务教育数学课程标准（2022年版）[S]. 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 汪晓勤. HPM: 数学史与数学教育[M]. 科学出版社, 2017.
- [3] 张奠宙. 数学学科德育——新视角·新案例[M]. 高等教育出版社, 2019.