

以高中数学为主导的跨学科教学探究

宋林宵¹, 杨 晶², 沈洪竹¹, 刘 畅¹

¹吉林师范大学数学与计算机学院, 吉林 四平

²吉林师范大学附属试验学校(小学部), 吉林 四平

收稿日期: 2025年2月26日; 录用日期: 2025年4月2日; 发布日期: 2025年4月11日

摘 要

随着教育的不断推进, 跨学科学习已经成为教育领域中一种备受瞩目的教学模式, 在高中教育阶段实施跨学科教学策略显得尤为重要。本文聚焦于高中数学, 旨在探讨数学与生物学、化学等学科之间跨学科教学的理论意义与实践路径。辅以例题解析, 进一步阐明了数学在生物学、化学等多学科领域内的应用价值与渗透方式。采用前后测对比法对跨学科教学的实施效果进行评估, 并对高中数学如何渗透跨学科理念提出了相关策略。

关键词

高中数学, 跨学科教学, 策略

Exploration of Interdisciplinary Teaching Led by High School Mathematics

Linxiao Song¹, Jing Yang², Hongzhu Shen¹, Chang Liu¹

¹School of Mathematics and Computer Science, Jilin Normal University, Siping Jilin

²Jilin Normal University Affiliated Experimental School (Primary School Department), Siping Jilin

Received: Feb. 26th, 2025; accepted: Apr. 2nd, 2025; published: Apr. 11th, 2025

Abstract

With the continuous advancement of education reform, interdisciplinary learning has become a highly anticipated teaching mode in the field of education, and implementing interdisciplinary teaching strategies in high school education is particularly important. This article focuses on high school mathematics, aiming to explore the theoretical significance and practical path of interdisciplinary teaching between mathematics and disciplines such as biology and chemistry. Combined with example analysis, it further elucidates the application value and permeation methods of

mathematics in interdisciplinary fields such as biology and chemistry The implementation effect of interdisciplinary teaching was evaluated using the pre- and post-test test comparison method, and relevant strategies were proposed on how to integrate interdisciplinary concepts into high school mathematics.

Keywords

High School Mathematics, Interdisciplinary Teaching, Strategy

Copyright © 2025 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

《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》在“课程理念”中指出,高中数学课程应“强调数学与生活以及其他学科的联系”[1]。高考评价体系也注重对学科知识“综合性”的考查,加强跨学科融合是数学教学与高考改革的趋势。《中国高考评价体系》也要求学习者能综合运用科学的思维方法,合理地组织、调动不同学科的相关知识和能力,并能将这项能力用于解决生活或学习探索中复杂的问题情境,可以触类旁通,举一反三,甚至融会贯通。这就要求学习者在学习的过程中注重形成多元的、综合的跨学科思维,要求教育者运用学科融合的方式进行教学[2]。关于数学学科融合的研究非常多,说明数学和其他学科联系紧密,在高中其他学科教材和教学过程中会涉及很多和数学有关的知识。随着学科融合教学的发展和兴盛,对数学学科融合的研究也开始增多。

2. 概念界定

2.1. 跨学科

跨学科,亦被称为交叉学科,其概念最初是美国心理学家伍德沃斯(R. S. Woodworth)于1926年提出,并于1937年被正式纳入《牛津英语辞典》作为专有名词。跨学科一般是指超越单一已知学科的既定界限,进行的科学探索或教育活动,通常超越了某一个学科的知识范畴、研究范式,创造性地连接起某个主题的多学科内容并进行整合[3][4]。

2.2. 跨学科教学

跨学科教学,本质上是一种将不同学科领域的知识、方法、视角以及思维方式进行整合与融合的教学模式。它旨在打破传统学科界限,通过跨学科的知识交融,促进学生全面、深入地理解复杂问题,培养其综合运用多学科知识解决实际问题的能力。在当今社会,随着经济形势的变化和人才需求的升级,跨学科教育模式的重要性日益凸显。该模式不仅能够培育出拥有多元化知识体系的复合型人才,还显著增强了学生应对复杂问题、实施有效解决策略的能力,促使他们在真实应用场景中展现出卓越的思维模式与创新潜能。正是因为如此,跨学科教育迎来了前所未有的需求和机遇。

3. 国内外对跨学科教学的研究

3.1. 国外跨学科教学研究

Newell[5]认为复杂系统可以为数学跨学科提供理论基础,跨学科的研究结合了多个学科的观点,从

而得到更全面的问题理解。Lisa Schmit 提出了一项建议,即将数学与科学课程进行整合,旨在帮助学生理解各个学科之间的内在联系,从而更好地提升学生的复杂问题解决能力。丹麦学者 Claus Michelsen Bharath Sriraman [6]进行了一项研究,其结果表明:学生们对数学和科学之间的跨学科教学持积极态度,认为其富有趣味性。Katja Maass 等[7]组织学校工作人员采用以学生为中心的综合课程的最终目标是非结构化的核心方法,该方法涉及教师和学生在学习单元方面的合作。为推进数学学科的发展,他们提出了三种跨学科的方法,分别是培养 21 世纪的技能、构建数学模型以及实施负责任的公民教育,这些方法旨在通过跨学科合作,促进数学领域的创新和进步。

3.2. 国内跨学科教学研究

我国的跨学科教学起步较晚,且目前的研究尚处于初级阶段,但其发展速度迅猛,发展方向亦呈现多元化态势。

黎津生[8]根据多年的教改试验和实践,对研究性学习的课题进行了不懈的探讨,提出跨学科整合是研究性学习的有效途径,总结了跨学科整合的实际操作方法,也对实施中存在的偏向提出了控制的建议,从而说明跨学科整合在研究性学习中的必要性与可行性。唐素锋[9]巧妙地将物理的解题方法和化学的解释应用于一道行程问题中,引导读者在实际解题过程中灵活运用具象思维、合情推理和直观想象,以实现数学解题方法的优化。黄翔等[10]对数学跨学科教学的必要性进行了深入阐述,他们认为,学科的交叉与融合不仅是教育发展的必然趋势,也体现了数学学科的现代特征,通过数学与其他学科的跨界融合,可以有效提升学生的数学素养。杨丽辉等[11]进一步倡导了高中数学与其他学科融合教学的“共生理念”,该理念强调,通过其他学科在知识与方法层面对数学教学的有益补充,推动学生数学学科素养与其他学科素养的协同提升,从而达到全面发展的目标。华志远[12]利用数学和科学发展史、科研前沿的动态及成果,介绍运用跨学科知识解决具体问题的实例和方法,以分享成功经验,并从中得到启迪。

4. 数学跨学科教学的原则

4.1. 合理性原则

合理性原则是指,高中数学教师在进行数学和其它跨学科教学的时候,必须要考虑到知识的交叉引入的合理性,教师要全面、深刻地认识这两个学科的知识,找出它们之间的共同点,并对它们进行合理的交叉融合,使两个学科的知识能够相互融合,这样才能构建出一个更完整、更系统的知识体系。

跨学科教学的设计需要对两门学科都有深厚的知识储备,从而设计出有创新又不失合理性的学科引例。不能为了学科融合而进行强硬融合教学,跨学科教学不是简单的知识拼凑,需要提炼数学与其他学科的共通概念。并且应从学生熟悉的生活场景和实际问题出发进行情境创设。

4.2. 引导性原则

引导性原则是指高中数学教师在设计数学与其他学科跨学科教学时需要考虑学生对于跨学科教学这样新的授课模式存在不同的接受度,因此在引入时需要注重对于学生的引导,设计的学科引例需要注重层次,由浅入深地引导学生看透现象背后的本质是数学概念。由于数学概念本身存在抽象性,所以更要循序渐进地耐心引导,才能帮助学生顺利地理解数学抽象概念,在引导过程中启发学生,激发学生的好奇心与兴趣,促使他们主动参与跨学科学习。

这就需要在教学过程中对学生有针对性地进行指导。在设置情境引入时,老师可以采取提问的方法,使用问题串,循序渐进地帮助学生了解学科融合的实质,老师要对跨学科的内容进行合理的划分,保证每一节都能用问题来指导学生深入的思考。在教学中,要注意选择与教学内容密切相关的问题,把握好

教学中的难点。以数学视角看待世界，加强各学科间的关联，促进不同学科思想的共通，提升综合素养。

5. 数学学科跨学科的可行性分析

高中数学作为基础学科，与其他学科之间存在着紧密的联系。它不仅为其他学科提供了理论支持和方法工具，同时也汲取了其他学科的精华，形成了独具特色的发展路径。

可以说，将其他学科知识与数学教学相结合，往往能取得更为显著的教学效果。数学学科内在的逻辑推理与方法论体系，能够为学生提供一个强有力的分析框架，辅助他们进行更深层次的知识解读与实践探索，进而激励他们在学习过程中开展更为综合、创新、开放且富有深意的跨学科项目。这种跨学科的知识融合，不仅能够有效提升学生的跨学科理解能力与创新思维能力，同时也为他们的长远发展奠定了坚实的学科交叉基础。本文以数学与生物学、数学与化学为例来探讨跨学科教学的可行性与必要性，探讨跨学科教学的策略。

5.1. 数学与生物学联系

生物学作为一门自然科学，在学习过程中经常会涉及数学学科的数据统计分析和统计图的制作与分析等相关的内容。数学的数理统计与分析、图表分析是学习生物学必不可少的一项基本素养，可以帮助学生更好地开展科学探究实践活动，提升生物学核心素养[13]。此外，在高中生物学中，许多计算和分析都需要用到数学知识。例如，生态学中的种群增长模型、遗传学中的孟德尔遗传规律的计算等，都离不开数学工具。此外，生物统计和数据分析也常常需要用到统计学的知识。

在数学教育中融入生物学知识也是一种新颖而有意义的尝试。例如，高中数学教材“指数函数”的有关章节，涉及生物学中的细胞分裂的内容。教师在教学中，可以提问学生“是否知道细胞分裂的过程”来引入，进而让学生观察细胞分裂的动态演示，体验细胞分裂是一个增长的过程，最后让学生探索每一次分裂时细胞数量的变化规律。利用上述生物学知识创设教学情境，有利于学生后续归纳指数函数模型的特征，也有助于加深学生对数学知识的理解。

5.2. 数学与化学联系

数学在化学实验的设计和数据分析中扮演着至关重要的角色。化学领域涉及到许多复杂的计算，比如物质的量浓度、反应速率以及化学平衡常数等，这些都需要依赖于数学的计算方法。学生们在进行实验时必须认真设计实验步骤，并运用数学工具来处理 and 解释数据。例如，当进行酸碱中和滴定实验时，需要计算反应物质的物质量浓度。利用数学软件或手绘图表来模拟酸碱中和滴定曲线，可以直观地展示出滴定过程中 pH 的变化，从而帮助学生更好地理解反应的动态过程。此外，在化学方程式中进行配平也需要运用代数知识。因此，高中阶段所学习的数学知识为化学学习提供了必不可少的工具和支持。

除此之外，数学与物理、政治、地理等其他学科之间也存在关联，例如，在物理力学中，物体的运动轨迹、速度和加速度的计算都需要用到导数和积分的知识，电磁学中的电场和磁场的计算也离不开高等数学中的向量分析和微积分知识。在政治学科中运用数学的概念、工具和方法，政治学家能够更加精准地描述和分析政治现象。在地理学科中，通过数学图形来模拟和表示地理事物的形状、大小、远近、深度、方位和方向等特征可以帮助学生在脑海中建立对地理事物和现象的空间想象，培养他们的地理空间实践能力。

6. 跨学科试题分析

通过对例题的分析和求解过程，可以更深入地体会数学与生物学、化学之间的紧密联系，以及数学知识、数学思想方法在生物学、化学领域中的实际应用。细致地探究数学如何在生物学和化学的具体问

题中发挥作用，促进不同学科间的相互理解和知识迁移。这样的探究过程不仅有助于提升对数学重要性的认识，还能激发对跨学科学习的兴趣和热情。

例 1 芦笋是 XY 型性别决定的植物，某种群的抗病、不抗病是由基因 A 和 a 来控制，位于常染色体上，窄叶与阔叶则由 B 和 b 来控制，位于性染色体上。现将两株芦笋杂交，其子代性状比例如图 1 所示，则亲代的基因型是什么？子代表现型为不抗病阔叶雌株中的纯合子与杂合子的比例为多少？

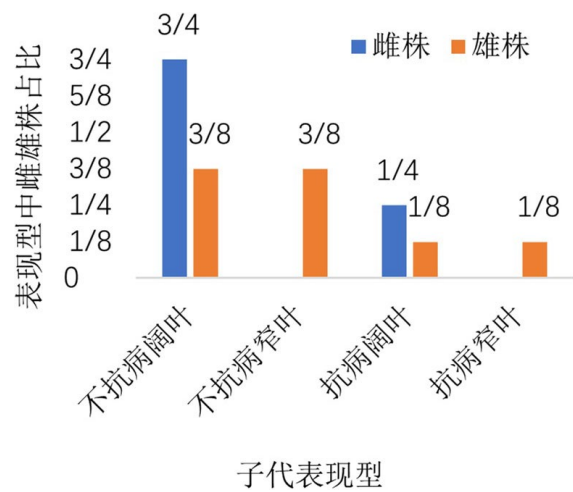


Figure 1. Proportion of offspring traits
图 1. 子代性状比例

分析：此题是生物学中遗传与概率的题，考查染色体及基因比例，如果单纯用生物学的方法分析和计算需要较强的逻辑思维能力和抽象思维能力，可以引入数学工具进行简化。将两株芦笋杂交的子代性状比例图转化成更为直观的数学表格(表 1)。

Table 1. Proportion of offspring traits
表 1. 子代性状比例

子代	抗病：不抗病	窄叶：阔叶
雌	1：3	0：1
雄	1：3	1：1

通过观察表 1 中抗病与不抗病的比例，发现子代中雌雄株的抗病与不抗病基因比例均为 1:3，因此可以确定亲代抗病基因型都为 Aa，再观察窄叶与阔叶的比例，发现雌性只有阔叶，因此亲代应为 X^BX^b 和 X^BY^b ，因此亲本的基因型为 AaX^BX^b ， AaX^BY^b 。则子代的不抗病中 AA 为 $\frac{1}{3}$ ，Aa 为 $\frac{2}{3}$ ， X^BX^b 和 X^BY^b 各占 $\frac{1}{2}$ ，则 AAX^bX^b 所占的比例为

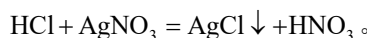
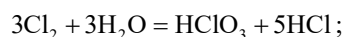
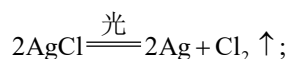
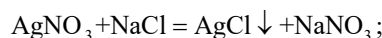
$$\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6},$$

所以杂合子的比例为

$$1 - \frac{1}{6} = \frac{5}{6}。$$

故子代表现型为不抗病阔叶雌株中的纯合子和杂合子的比例为1:5。通过运用数学模型,成功地将复杂的柱状图转换成了简洁直观的表格。这种方法不仅让学生更容易发现基因比例的规律,还为解题提供了关键信息。解题思路变得清晰明了。

例2 现含有1 mol NaCl 溶液,向其中加入足量 AgNO_3 溶液,求最终能生成多少沉淀物(Ag 和 AgCl)? 已知 Cl^- 与 Ag^+ 反应生成 AgCl , 每次新生成的 AgCl 中又有10% 见光分解成 Ag 和 Cl_2 , 全部 Cl_2 又可以在水溶液中转化成 HClO_3 (强酸)和 HCl , 而生成的 Cl^- 又与剩余的 Ag^+ 反应生成沉淀,如此循环往复以至无穷。只有新生成的 NaCl 才能见光分解10%。已知上述各步反应的化学方程式为:



分析: 此题是化学中化学反应方程式与质量守恒定律的问题,但是其中运算与解题离不开高中数学数列的概念和计算,如果学生没有掌握高中数列,很难求解此题。由化学反应方程式可以得知,有1 mol NaCl 溶液则产生1 mol AgCl , 有10% 分解成 Ag 和 Cl_2 则

第一次: 剩余 0.9 mol AgCl , 分解 0.1 mol AgCl 产生 $0.1 \times \frac{1}{2}$ mol Cl_2 , 又由 Cl_2 反应过程:



可得出 0.05 mol Cl_2 , 产生 $0.05 \times \frac{5}{3}$ mol AgCl ;

第二次: 剩余 $0.9 \times 0.05 \times \frac{5}{3}$ mol AgCl , 分解 $0.1 \times 0.05 \times \frac{5}{3}$ mol AgCl , 产生 $0.1 \times 0.05 \times \frac{5}{3} \times \frac{1}{2}$ mol Cl_2 ;

以此类推, 剩余 AgCl 组成一个无穷递缩等比数列, 公比为

$$0.1 \times \frac{5}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{12}。$$

那么就转化成求首项为0.9, 公比为 $\frac{1}{12}$ 的等比数列前 n 项和的问题, 按照等比数列求和公式不难计算出

$$n_{\text{AgCl}} = \frac{0.9 \left(1 - \left(\frac{1}{12} \right)^n \right)}{1 - \frac{1}{12}} \approx \frac{0.9}{1 - \frac{1}{12}} = \frac{54}{55} \text{ mol},$$

根据质量守恒定律

$$n_{\text{Ag}} = 1 \text{ mol} - \frac{54}{55} \text{ mol} = \frac{1}{55} \text{ mol}。$$

数学并不是一个孤立的学科,而是与其他学科相互融合、相互渗透的。通过以上2道例题的分析,可以清晰地看到数学学科与生物学、化学之间紧密的联系。数学知识、数学思维在求解生物学、化学的习题中发挥着重要作用。数学已然成为众多学科中不可或缺的组成部分。应当珍视数学与其他学科间这种紧密的联系,致力于深入掌握数学知识,以期在多元化的领域中灵活自如地运用数学。

7. 高中数学跨学科教学的意义

进行跨学科整合教学的意义在于拓宽育人渠道，优化教学内容和学习过程，发挥各学科的特点和优势，寻求最优学习效果，从而提高学生的综合素质和能力，有助于我国创新型人才的培养[14]。

7.1. 跨学科教学有利于提高学生能力

《普通高中数学课程标准》中要求数学课程内容必须要与现实生活相联系，这样学生接触生活中的实例，可以激发学生学习数学的兴趣，促进学生去思考。跨学科教学为学生提供了一个综合发展的平台，培养了 21 世纪关键技能，如批判性思维、创新意识、沟通协作和自主学习等。它不仅拓宽了学生的视野，增强对知识的理解，还提升了他们的综合能力和核心素养。通过多角度审视问题和运用多种思维方式，这种教学方法有效锻炼了学生的分析能力和批判性思维。

7.2. 跨学科教学有利于课程综合化

传统教学模式下，各学科独立进行教学活动，导致学生构建起零散的知识体系，缺乏不同学科间相互交织的理解。为此，学校教育应打破各学科自成一体的壁垒，注重学科间的内在关联，以实现知识的整合与深化。在高中数学教学中渗入跨学科理念，可以促进各个学科相互融合。强化课程间的协同作用，促进知识间的有机连接。跨学科还可以帮助学生去拓展其他学科所涵盖的数学知识，通过一定的方式组织串联起来，形成一个完整的数学模型。鼓励学生去探索、思考各个学科的联系，促进学生获取知识的能力[15]。

7.3. 跨学科教学有利于提高教师专业发展

在传统教学模式下，教师通常集中精力于其专业领域内的知识传授和研究。但是在高中的各个学科学习中，很多的知识点都是交叉的，所以数学教师在备课进行教学设计时，应与多个学科教师共同探讨[16]。根据学生的学习特点最大限度地利用拥有的教学资源，这样不仅能够帮助学生更好地了解认识学习内容，也能激励教师学习新知和教学技巧，拓宽视野，从而促进自身的专业成长和综合能力提升。

8. 高中数学跨学科教学实施效果

为了探究跨学科教学是否有利于学生学习，采用了试题诊断前后测对比法进行测验，前测时间为期中考试前，后测时间为本学期末。即在期中考试后开始遵循跨学科教学策略开展教学，利用前后的两次测验成绩数据进行诊断对比分析，并且在测评过程前后采用个别学生访谈法，了解学生的学习状态和学习感受。

对高一A、B两个班级前后测整体得分情况进行统计分析，见表 2~3。

Table 2. Statistics of pre-test results of Class A, Senior One
表 2. 高一A班前后测成绩统计情况

类型	样本量	平均分	及格率	最低分	最高分
前测	40	110.75	61.3%	73	126
后测	40	117.37	73.5%	85	130

Table 3. Statistics of pre-test results of Class B, Senior One
表 3. 高一B班前后测成绩统计情况

类型	样本量	平均分	及格率	最低分	最高分
前测	42	105.42	60.8%	75	120
后测	42	111.25	65.3%	86	125

由表 2~3 可知,高中数学教学中应用跨学科融合教学策略后,两个班级整体成绩平均分都明显高于实施前,且两个班级的及格率、最低分和最高分都有一定提高,说明该教学策略能够在一定程度上提升学生的学习成绩。

9. 高中数学渗透跨学科理念策略

9.1. 重视跨学科教学

教师的教育理念与意识在无形中深刻地影响着学生,因此,教师不仅需要具备扎实的学科知识传授能力,还必须拥有跨学科的教学视野与意识,高度重视跨学科教学。尤其是在当前快速发展的社会背景下,对于能够跨越学科界限、综合运用多领域知识解决复杂问题的创新型人才的需求愈发迫切。

而单纯依靠某一学科的知识技能,可能无法很好地解决一些复杂问题。鉴于此,教师在数学教育中扮演着至关重要的角色。教师需要逐步摒弃传统、陈旧的教育理念,转而重视跨学科教学,将跨学科意识融入日常教学实践中。构建新的教学理念,引导学生从多角度、多层次思考问题,从而培养出真正的创新型人才。

9.2. 寻找学科融合

要在数学教育中成功融入跨学科理念,教师需要深刻理解和充分利用数学教材,巧妙整合与数学密切相关的跨学科内容。这一整合过程需遵循一系列精心设计的步骤,以确保跨学科理念能够自然而然地渗透到数学教学之中[12]。

1) 跨学科内容的整合应当紧密围绕高中数学的主干知识及核心思想方法。这意味着,跨学科的教学内容的选取不仅要与数学的基本概念和原理相呼应,更要能够深化学生对这些主干知识和核心思想方法的理解。

2) 教师应结合各类课程内容,敏锐捕捉数学与其他学科的交汇点。这些交汇点可能隐藏在物理、化学、生物、计算机科学甚至人文社科等领域的课程中。通过深入挖掘这些交汇点,教师可以促进数学与其他学科知识和方法的相互连接与融合,使学生能够在更广阔的学术背景下理解数学的应用价值。

3) 结合课程内容,教师应积极开发一系列具有现实意义的数学问题。这些问题不仅要能够激发学生的学习兴趣,还要能够引导他们深入思考。在问题的设计上,教师应注重问题的开放性和探索性,鼓励学生运用跨学科知识和方法进行求解。同时,教师还可以精心设计一系列与问题相关的任务,以激发学生的求知欲和探索欲,促使他们在解决问题的过程中不断培养跨学科思维能力。

通过这样的教学实践,教师不仅能够帮助学生建立起更加完整的知识体系,还能有效提升他们的综合素质和创新能力。跨学科理念在数学教育中的融入,将为学生的全面发展提供有力的支持。

9.3. 激发学生主动探索跨学科理念

在设计跨学科教学时,教师需要思考如何巧妙地引导学生,充分激发他们的好奇心与浓厚兴趣,同时鼓励他们积极主动地参与其中,打破传统教学中学生被动接受知识的局面。通过讨论和探究等活动,使得学生不再局限于课本上枯燥无味的知识点,而是能够在课堂上进行互动交流。通过这样的方式,学生不仅能在轻松愉快的氛围中学习,还能对所学知识产生更强烈的好奇心。他们会更加主动地探索未知领域,渴望深入了解跨学科知识之间的联系与奥秘。

9.4. 根据学情加强跨学科内容

为了充分激发学生的学习热情,进一步拓宽他们的知识视野,教师在备课时必须深入细致地了解每

位学生的学习情况。这一步骤至关重要，只有提前全面而准确地分析学生的能力和认知水平，教师才能更加精准地选择那些既符合学生当前实际，又能激发他们潜能的跨学科教学内容。

这需要教师在设计教学内容时精心斟酌，巧妙地融入跨学科知识，让学生在探索中收获成长。从学生已经掌握的其他领域知识来进行教学设计，鼓励学生灵活运用知识，突出其主体地位，秉持“以人为本”的教学理念。积极促进学生主动探索各学科的融合点，构建新知识体系，培养跨学科思维，实现跨学科学习。

10. 结语

总而言之，“跨学科”教学符合当前素质教育理念，是社会发展的必然需求。高中数学跨学科学习项目的整合旨在通过将数学与其他学科有机地结合在一起，提供实际问题和创设情境，加深学生对数学知识的理解和提高其运用能力。这种整合不仅帮助学生更好地应用数学知识解决实际问题，还激发他们对数学学科的兴趣和热情，有助于学生以整体性、综合性的思维分析问题，应用数学知识去解决问题。高中数学教学中，教师需要注重优化自身跨学科教学意识，从多维度、多视角探索学科资源整合的契机，丰富整合方式，积极开展跨学科综合实践活动，在推动高中数学育人方式变革的同时，促进学生核心素养的自主孕育和形成。

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[S]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 81-82, 91-92.
- [2] 胡春翠. 基于数学学科融合培养高中生地理空间思维能力的研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州大学, 2021.
- [3] 刘仲林. 交叉科学时代的交叉研究[J]. 科学学研究, 1993(2): 4, 11-18.
- [4] 李泽辰. 高中数学与物理跨学科教学设计研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2024.
- [5] Newell, W.H. (2001) A Theory of Interdisciplinary Studies. *Issues in Integrative Studies*, **19**, 1-25.
- [6] Michelsen, C. and Sriraman, B. (2009) Does Interdisciplinary Instruction Raise Students' Interest in Mathematics and the Subjects of the Natural Sciences? *ZDM*, **41**, 231-244. <https://doi.org/10.1007/s11858-008-0161-5>
- [7] Maass, K., Geiger, V., Ariza, M.R. and Goos, M. (2019) The Role of Mathematics in Interdisciplinary STEM Education. *ZDM*, **51**, 869-884. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5>
- [8] 黎津生. 数学研究性学习的一个亮点——跨学科整合[J]. 南宁师范高等专科学校学报, 2004, 21(2): 70-72.
- [9] 唐素锋. 例谈数学知识的跨学科理解[J]. 中学生百科, 2008(2): 28-29.
- [10] 黄翔, 童莉, 史宁中. 谈数学课程与教学中的跨学科思维[J]. 课程. 教材. 教法, 2021, 41(7): 106-111.
- [11] 杨丽辉, 黄兴仲. 共生理念下高中数学跨学科教学的探索[J]. 课程教材教学研究(中教研究), 2022(Z1): 38-40.
- [12] 华志远. 以高中数学为主导的跨学科教学探索与思考[J]. 数学通报, 2022, 61(6): 30-33, 37.
- [13] 王旭. 素养角度下的初中生物学与数学跨学科实践探索——以“种子萌发的条件”为例[J]. 新校园, 2024(5): 31-32.
- [14] 谢玉平. 高中数学跨学科整合教学实践研究[J]. 广西教育, 2022(35): 66-68.
- [15] 岳佳鑫, 韩红. 高中数学渗透跨学科理念研究[J]. 中学数学研究(华南师范大学版), 2024(8): 1-2, 53.
- [16] 吴旭红, 丁剑. 核心素养下高中数学渗透跨学科知识的探索[J]. 科学咨询(科技·管理), 2022(11): 233-235.