

AI 赋能社会性科学议题的教学设计与实施

——以小学科学《中华白海豚保护与大湾区发展》为例

Teaching Design and Implementation of AI-Empowered Socioscientific Issues

—Taking“Protection of the Chinese White Dolphin and Development of the Greater Bay Area”in Elementary Science as an Example

叶志丹¹, 冯雪芬¹, 张洁莹¹, 吴冰^{2*}, 卢婷云²

¹ 广州市越秀区东山培正小学

² 华南师范大学教育信息技术学院

*1135009506@qq.com

【摘要】 人工智能赋能社会性科学议题的教学设计与实施,是数智时代科学教育课程改革的热点之一。本研究以小学科学《中华白海豚保护与大湾区发展》为例,基于 SIMBL 模型、图尔敏论证模型及人机协同教学理论等,运用文献研究、案例研究等方法,厘清包含五个进阶阶段的 AI 赋能 SSI 教学的一般过程,构建出 AI 赋能 SSI 《中华白海豚与大湾区发展》的整体项目设计;接着,选择“多维博弈论证会”这一核心课时,提出基于 AI 角色智能体的“师-生-机”三元协同教学设计的具体实施;最后,教学实践表明,AI 赋能社会性科学议题的教学设计与实施能提升学生的科学思维,落实全人教育,创新课堂生态。本研究将为一线教师提供理论指导与实践借鉴,推动“AI 赋能”在科学教育的深度应用。

【关键词】 人工智能; 社会性科学议题; 教学设计; 人机协同

Abstract: AI-empowered Sociocentric Issues (SSI) instruction is a focal point of digital-era science education reform. Using the "Chinese White Dolphin Conservation and Greater Bay Area Development" case, this study integrates the SIMBL and Toulmin models with human-machine collaborative theory to define a five-stage AI-SSI teaching framework. It details a "teacher-student-machine" triadic instructional design for a "Multidimensional Game Argumentation" session using AI agents. Results indicate that this approach enhances students' scientific thinking, promotes holistic education, and innovates classroom ecosystems. This research provides both theoretical and practical guidance for integrating AI into science education.

Keywords: Artificial Intelligence, Social Science Issues, Instructional Design, Human-Machine Collaboration

1.问题的提出

在数智化时代,科学教育目标正从知识传授转向核心素养培育。社会性科学议题(Socioscientific Issues, 简称 SSI)作为融合科学原理、社会伦理与经济发展等多重维度的复杂议题,被认为是提升学生科学推理能力、批判性思维及社会责任感的关键路径。然而,当前小学 SSI 教学面临着复杂信息处理难、多维视角缺失及论证逻辑薄弱等挑战,导致 SSI 教学流于表面,难以真正助力学生核心素养的培育。人工智能凭借其自然语言理解、角色深度模拟及复杂信息综合处理能力,可作为“强认知伙伴”介入学习过程。基于此,本研究以小学科学《中华白海豚保护与大湾区发展》SSI 教学案例为蓝本,探讨如何将 AI 技术深入嵌入 SSI 教学全流程,支持学生在多维博弈中实现深度学习,从而为探索“人机协同”赋能科学教育的实践范式提供参考。

2.相关研究述评

2.1.社会性科学议题 (SSI) 在小学的应用研究

现有关于社会性科学议题 (SSI) 在小学的应用研究已在教学成效、实践策略以及实践推广等方面展开探索。在教学成效方面,研究表明 SSI 教学能显著提升小学生的科学素养与非形式推理能力(Wati 和 Wulandari, 2024)、(Dolan, 2020)。尽管小学生在解决 SSI 时倾向于使用直觉推理,但他们确实在通过多维度的逻辑、情感、直觉等思考模式来构建决策

(Ozden,2020)。在实践策略方面,已有研究探索项目式学习、“价值澄清技术”结合角色扮演的模式以及“教育漫画”作为脚手架等多种策略,旨在提升学生的学业成绩、科学素养与论证质量(Özcan 和 Gültekin, 2024)、(Aisyah 和 Kawuryan, 2024)、(Abrori 等, 2025)。在实践推广方面,教师的准备不足和观念偏差是主要阻碍。许多教师因担忧学生认知能力不足或情感脆弱而回避争议性议题,而职前教师也由于自身成长过程中缺乏接触争议性议题的经验,在设计 SSI 课程时存在困难(Krushelnycky, 2025)、(Butler 等, 2024)。

综合已有研究发现,国际研究虽证实了 SSI 在小学阶段的应用价值,然而,在我国 SSI 如何在小学教育中实践和推广仍有待进一步研究。

2.2.AI 赋能小学科学的应用研究

智能时代呼唤全面深化基础教育教学改革(谢幼如等, 2020),小学科学教育也迎来深刻变革。现有研究主要聚焦教学内容重塑、教学过程优化与教学评价创新三方面。在教学内容方面,AIGC 通过重塑内容生产方式、创建虚拟实验环境等,推动教育资源建设的变革(贾艳梅等, 2025)。同时,AIGC 可识别学科间的隐性关联,构建知识网络,为教学提供支撑(吴军其等, 2025)。在教学过程方面,胡金艳等设计了多智能体系统,辅助学生将真实问题转化为可探究科学项目(胡金艳等, 2025);郑永和等强调 AIGC 通过启发性对话等方式促进适应性学习(郑永和等, 2025);靳旭莹等提出了大语言模型赋能的思想实验行动框架,以提升学生科学探究能力(靳旭莹等, 2025)。在教学评价方面,吴军其等利用 GenAI 实现科学素养评价智能化(吴军其等, 2025);裴新宁通过数智技术模拟复杂问题情境,以测量学生科学能力(裴新宁, 2024);郑娅峰等基于 SOLO 分类理论,实现人机自然交互的精准评估(郑娅峰等, 2025)。

综合已有研究发现,人工智能已在小学科学教育的诸多方面展现出深度融合的潜力,然而针对人工智能如何赋能小学科学教育中社会性科学议题教学的开展仍需进一步探索。

3.AI 赋能 SSI《中华白海豚保护与大湾区发展》的教学理念

3.1.SIMBL 模型

SIMBL 模型是 SSI 教学中的认知工具,其帮助学生通过科学建模理解复杂社会议题的系统交互机制,包含探索潜在科学现象、开展科学建模、考虑议题的系统动态性、应用信息媒介素养、权衡多方视角和阐明个人立场六个关键模块(范楠楠等, 2025)。本研究引导学生构建“中华白海豚生存影响因素模型”,并借助 AI 智能体深入剖析大湾区经济建设与中华白海豚生存之间复杂的系统冲突,在多方博弈中提出平衡方案,实现从单一视角的争论向基于模型的系统性思维跃迁。

3.2.图尔敏论证模型

图尔敏论证模型强调在不确定性情境下,通过严密的逻辑建立基于证据的可信推论,是解决社会性科学议题中价值冲突与复杂推理的核心认知工具(高健和阚文昕,2024)。本研究针对小学生逻辑思维特点,将其简化为“观点—证据—推理—反驳”的推理支架。在教学中,教师引导学生利用 AI 工具获取客观的事实,并期望学生在论证中能预判并回应对方的质疑。此设计将隐性的批判性思维显性化,旨在确立“无证据不主张”的科学话语规范。

3.3.人机协同教学理论

人机协同教学旨在通过教师与机器的协同工作和优势互补,重构课堂教学的组织模式,推动“教师智慧—机器智能—学生智慧”的协同增长和共同进化(高琼等, 2021)。本研究贯穿“智用 AI”的原则,AI 不仅辅助教学设计与资源生成,更作为学生的“认知伙伴,参与证据搜集、观点优化、论证复盘及评价反馈的全过程。该模式有效实现了认知分担,使学生在历经“提问—甄别—内化—决策”的闭环中显著提升信息处理效率及综合决策质量。

4.AI 赋能 SSI《中华白海豚保护与大湾区发展》的教学设计

4.1.AI 赋能 SSI 教学的一般过程

本研究结合 SIMBL 模型、图尔敏论证模型及人机协同教学理论等,充分发挥 AI 在科学教育领域的技术优势,厘清 AI 赋能 SSI 教学的一般过程。该过程遵循“情境感知,议题锚定

—系统剖析，科学建模—协同搜证，多维博弈—共识达成，创新设计—社会行动，素养内化”的认知进阶逻辑，旨在支持学生通过学习复杂议题达成高阶思维的跃迁。如图 1 所示。

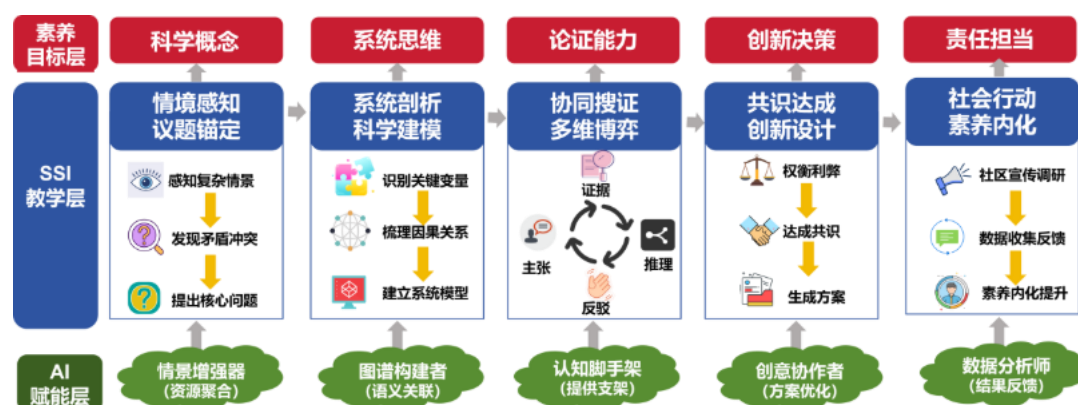


图 1 AI 赋能 SSI 教学的一般过程

4.1.1. 情境感知，议题锚定

该阶段旨在确立探究的逻辑起点，通过多模态资源重现真实社会情境，以激活学生的感性认知与前置概念。AI 在此可发挥“情境增强”的作用，通过快速整合新闻资讯与影像资料，帮助学生直观感受议题的复杂性，从而识别出核心矛盾，将模糊的社会现象提炼为具有探究价值的核心问题，为后续学习奠定认知基础。

4.1.2. 系统剖析，科学建模

该阶段侧重于培养学生的系统性思维，针对 SSI 议题中科学原理与社会因素交织的复杂性，教师需要引导学生识别关键变量及相互作用机制。AI 在此可充当“图谱构建者”，协助学生梳理各要素之间的因果链条，构建可视化的系统影响因素模型，从而厘清科学事实与社会现象之间的非线性耦合关系，将抽象问题具体化，为后续的理性论证提供逻辑支撑。

4.1.3. 协同搜证，多维博弈

该阶段是教学过程的核心环节，学生进入角色扮演情境，利用“角色智能体”获取特定立场下的事实证据及推理依据，并在图尔敏论证模型支架的辅助下，开展多维视角的辩论与协商。AI 在此不仅作为提供论证资源的“认知脚手架”，更可作为实时转录与逻辑分析工具，支持学生进行防御性反驳与逻辑修补，促使学生跳脱出单一思维的感性争辩，转向基于证据的理性对话。

4.1.4. 共识达成，创新设计

该阶段旨在促进学生知识的迁移应用，在经过激烈的博弈之后，学生需要在科学可行性与伦理正当性之间寻找动态平衡，提出兼顾各方立场利益的折中方案。AI 在此可充当“创意协作者”，辅助学生将抽象的解决方案转化为具体的行动策略或宣传产品，强化学生的跨学科实践能力，通过解决“棘手问题”实现从决策思维到设计思维的跨越。

4.1.5. 社会行动，素养内化

该阶段致力于实现全人教育的目标，通过打破教学围墙，引导学生将设计方案置于真实的社会场域进行检验。AI 在此可辅助数据的收集与反馈分析，帮助学生评估方案的实际影响力。通过“知行合一”的实践，学生不仅能验证知识的有效性，更能在社会行动中深刻体悟公民责任，实现核心素养的内化。

4.2. AI 赋能 SSI 《中华白海豚保护与大湾区发展》的教学设计

基于 AI 赋能 SSI 教学的一般过程，本研究选取具备时代特征与区域特色的“中华白海豚保护与大湾区发展”议题，进行了具体的项目设计。该项目设计旨在将通用的理论框架具象化成可操作的教学方案，结合真实的社会情境和争议来源，验证 AI 在解决复杂议题中的效能。

4.2.1. 议题选定与主题概述

本项目设计的逻辑源自对真实社会情境的深度挖掘。中华白海豚作为国家一级保护动物及第十五届全运会吉祥物原型，象征着大湾区的生态特色与人文精神。然而，随着粤港澳大湾区建

设的推进，高强度的跨海工程建设、繁忙的航运交通与白海豚的栖息环境产生空间重叠与资源竞争，构成涉及科学保育、经济发展及社会伦理等多维度的争议性问题。

基于此，本项目确立“如何平衡好粤港澳大湾区的发展与中华白海豚的生存”核心问题，构建“先保护后发展”与“先发展后保护”的认知冲突，引导小学高年级学生突破单一思维定势，在模拟决策中统筹考虑生态红线与经济发展，探索人与自然和谐共生的动态平衡方案。

4.2.2. 项目整体规划与课时安排

本项目以“如何平衡好粤港澳大湾区的发展与中华白海豚的生存”为核心问题，深度融合SIMBL模型与科学核心素养要求，遵循“感性认知—理性探究—实践内化”的认知进阶规律，规划了“海豚生存现状录”“矛盾焦点大搜集”“多维博弈论证会”“宣传方案策划师”“社会实践进社区”五个递进课时，旨在引导学生从单一的科学知识学习转向系统复杂的社会性科学议题学习，实现科学观念更新、科学思维进阶、探究实践能力提升及态度责任内化，从而达到全人教育的目的。项目总体规划图如图2所示。

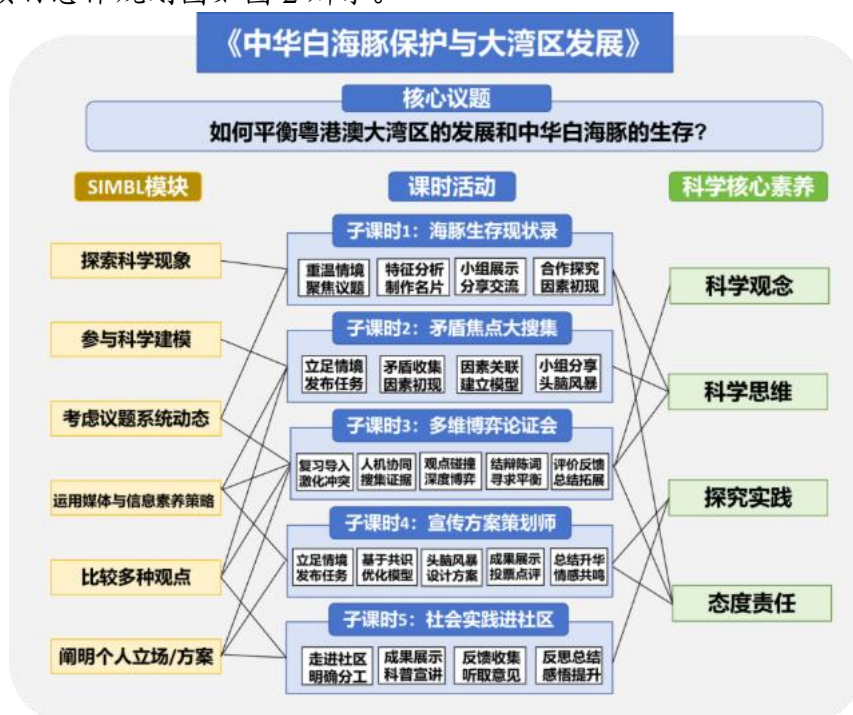


图2 项目整体规划图

在具体课时安排上，项目的前序阶段（第1、第2课时）侧重于情境感知与系统认知的建立，核心阶段（第3阶段）旨在促进学生高阶思维的跃迁，深化阶段（第4、5课时）则致力于知识迁移与社会责任的落实。具体的课时规划如表1所示。

表1 具体课时规划表

子课时	核心问题	具体教学内容
第1课时： 海豚生存现状录	1. 中华白海豚的生存技巧有哪些？	1. 认识中华白海豚的生物特征与生存现状。 2. 结合背景资料，了解粤港澳大湾区。 3. 明确提出核心问题：如何平衡粤港澳大湾区和保护中华白海豚？
第2课时： 矛盾焦点大搜集	1. 大湾区发展是如何影响中华白海豚生存的？	1. 回扣背景，结合资料分析大湾区发展的优势。 2. 寻找大湾区发展与保护白海豚的矛盾之处，建立中华白海豚生存影响因素模型。
第3课时：	1. 如何平衡粤港	1. 选择角色、观点，利用人工智能搜集证据，

多维博弈论证会	粤港澳大湾区的发展和中华白海豚的保护？	开展辩论和结辩。 2.尝试提出平衡发展与保护珍稀生物的方法。
第 4 课时： 宣传方案策划师	1.如何综合运用所学知识制定一份“保护中华白海豚”的方案？	1.制定保护中华白海豚的方案。 2.借助人工智能优化方案。 3.尝试设计中华白海豚的周边。
第 5 课时： 社会实践进社区	1.如何有效落地保护中华白海豚宣传方案？ 2.如何提升公众对议题的认识？	分组走进社区，展示宣传成果（如海报、宣传册、宣讲等），向居民科普白海豚保护知识及具体方案。

第 1 课时“海豚生存现状录”利用多模态资源呈现中华白海豚濒危现状，引申核心问题以激活探究动机；第 2 课时“矛盾焦点大搜寻”引导学生运用系统思维剖析发展与保护的矛盾，识别关键变量并构建生存影响因素模型，将宏观议题具象化；第 3 课时“多维博弈论证会”借助 AI 角色智能体与图尔敏模型开展多维博弈，引导学生在权衡利弊中提出平衡方案，实现思维跃迁；第 4 课时“宣传方案策划师”利用 AI 辅助设计宣传方案与周边产品，体现创造性解决问题能力；第 5 课时“社会实践进社区”通过社区科普将课堂决策转化为社会行动，切实增强社会责任感，实现从认知到行为的素养闭环。

5.AI 赋能 SSI《中华白海豚保护与大湾区发展》的教学实施

本研究以第 3 课时“多维博弈论证会”为例，详细阐述 AI 深度赋能 SSI 教学的具体路径。本课时模拟公共听证会，围绕“如何平衡好粤港澳大湾区与中华白海豚的生存”这一非良构问题，引入 AI 角色智能体作为认知脚手架，支撑学生代入环保组织人士、海洋科学家、建桥建筑商及航运企业代表等多元角色，学生经历“证据搜集—观点形成—攻防辩论—寻求共识”的完整思维博弈，探索兼顾各方利益的动态平衡方案，实现科学素养与公民责任的协同提升。

5.1.教学目标：素养导向的双重构建

依据《义务教育科学课程标准（2022 年版）》及社会性科学议题教学特征，本课时确立了学科核心素养维度和社会性科学议题教学维度的双重目标体系。

在学科核心素养维度，教学聚焦培养学生科学思维、态度责任、信息意识及公共参与。学生需灵活运用简化的图尔敏论证模型（观点—证据—推理—反驳）构建严密的逻辑链条，坚持实事求是的科学态度，敢于质疑对方的逻辑漏洞，并基于证据修正自身观点。学生通过与智能体的高频交互，可掌握精准提问与信息甄别技巧，实现从技术应用到人机协同思维跨越。同时，以文明、规范的语言参与听证辩论，增强作为湾区小公民参与社会治理的责任意识。

在社会性科学议题教学维度，教学聚焦于“循证决策”与“协商共育”能力的培育。学生需要克服直觉偏见与情感冲动，遵循“无证据不主张”的原则，利用客观数据支撑立场，在激烈的角色冲突中体验科学决策的复杂性，最终从“零和博弈”走向“合作共赢”。

5.2.教学环节：人机协同的论证进阶

本课时的教学实施遵循“表明立场，呈现冲突—人机协同，搜集证据—观点碰撞，深度博弈—结辩陈词，寻求平衡—评价反馈，总结拓展”的逻辑，构建出环节相扣、层层递进的人机协同论证进阶过程。教学流程图如图 3 所示。



图3“多维博弈听证会”教学流程图

5.2.1. 表明立场，呈现冲突

在本环节，教师先引导学生回溯前序课时构建的“中华白海豚生存影响因素模型”，展示大湾区繁荣建设与海豚生存困境的强烈反差，激活学生的记忆图式。随即教师抛出“先保护后发展”还是“先发展后保护”的二元困境，引导学生进行价值选择。学生通过国家中小学智慧服务平台投票，根据意愿分为“环保组织人士”“海洋科学家”“建桥建筑商”“航运企业代表”四个角色群体，为后续深度参与奠定情感基调。

5.2.2. 人机协同，搜集证据

在本环节，教师明确听证会规则与小组分工后，引入基于大模型训练的“Coze 角色智能体”，学生利用平板与角色智能体交互，通过设计精准的提示词，获取诸如白海豚数量、声纳阈值及停工经济损失等关键事实数据。在此过程中，AI 作为信息提供者与逻辑引导者，辅助学生甄别信息真伪，构建严密的证据链，实现从“直觉式猜想”到“实证式推理”的跨越。

5.2.3. 观点碰撞，深度博弈

在本环节，进入模拟听证会场域，教师利用“通义效率”等 AI 工具实时转录辩论内容，实现思维过程的外显化。各方依据图尔敏论证模型，运用所获证据与推理依据开展立论陈述。自由辩论阶段，学生需捕捉对方逻辑漏洞，并基于事实进行反驳。这种高频思维攻防能使学生跳出单一立场，深刻体验“唯生态论”或“唯经济论”的局限性，从而发展辩证思维。

5.2.4. 结辩陈词，寻求平衡

在本环节，教师利用 AI 工具生成的会议综述，辅助学生回溯整个辩论过程，梳理逻辑脉络。各方代表在教师的价值引领下，尝试修正绝对化的立场，从“零和博弈”转向“合作共赢”，提出兼顾生态红线与经济利益的“折中方案”。本环节不仅是对各方辩论观点的总结，更是对学生科学决策能力的升华，培养学生在复杂议题中寻找平衡的高阶思维。

5.2.5. 评价反馈，总结拓展

在本环节，教师再次强调 AI 在信息甄别与辅助决策中的双刃剑作用，引导学生反思“人机协同”中的主体性问题，并布置了“制定宣传保护方案”作为延伸任务，将课堂内的模拟决策导向解决真实问题的实践行动，从而完成从认知建构到素养内化的完整闭环。

5.3. 教学评价：数智驱动的多元反馈

感知汇集并融合分析多模态数据，以此改进课堂教学结构，是评价高质量课堂的应然要求（谢幼如等，2023）。本课时构建基于过程数据的多维评价矩阵，落实“教-学-评”一致性。一方面，借助“通义”的语义分析功能，评估反馈论证逻辑性、证据引用率及关键词覆盖度；

另一方面，依托“课堂自测表”引导学生检视辩论表现，反思 AI 信息甄别与独立决策能力。该评价方式实现了对学生学科核心素养、人机协同素养及社会责任感的综合评定，课堂自测表如图 4 所示。

课堂自测表	
班级: _____ 姓名: _____ 日期: _____	
1. 我能够利用思维导图或学历单, 把零散的信息整理成有条理的发言稿。	☆☆☆☆
2. 在辩论时, 我能够清晰、大声地表达我方的核心立场。	☆☆☆☆
3. 我不仅是说“我觉得”, 而是使用了从“角色智能体”或资料中查到的具体数据、政策或案例来支撑我的观点。	☆☆☆☆
4. 我在讨论中坚持“说话有据”, 不信谣、不传谣, 尊重科学事实。	☆☆☆☆
5. 在与“角色智能体”对话时, 我能够设计好的提问指令, 快速获取我需要的信息。	☆☆☆☆
6. 我没有全盘接受 AI 给出的所有信息, 而是会对 AI 生成的内容进行辨别和筛选, 判断其真伪与权重。	☆☆☆☆
7. 我体会到了 AI 能帮我提高效率, 但最终的决策和价值判断是我自己做的。	☆☆☆☆

图 4 学生课堂自测表

6. 研究结果与讨论

本研究通过梳理分析国内外文献, 在 SIMBL 模型、图尔敏论证模型等的理论指导下, 以小学科学《中华白海豚保护与大湾区发展》项目进行教学设计与实施, 得出以下研究结果:

6.1. 真实议题驱动, 深植社会责任, 落实全人教育

本研究依托“中华白海豚保护与粤港澳大湾区发展”这一地缘性真实议题, 有效打破学科知识与社会现实的壁垒。学生在处理多维交织的复杂情境中, 不再局限于单一知识的习得, 而是深刻体验科学决策背后的社会伦理张力。这种两难抉择的困境增强学生的角色代入感, 使学生将“可持续发展观”从认知层面转向情感认同, 促进学生家国情怀与社会责任感的深度内化, 切实回应新课标关于全人教育的落实诉求。

6.2. 学生观点碰撞, 多维博弈辩论, 科学思维进阶

本研究基于图尔敏论证模型, 设计“多维博弈论证会”课时推动学生科学思维进阶。研究发现, 多维角色博弈能够迫使学生突破自我中心视角, 在权衡利弊中构建兼顾多方利益的折中方案, 这种“发散—冲突—聚合”的认知路径能有效将隐性思维外显化, 促使学生实现从单纯的感性争辩向理性的证据推理跃迁, 验证 SSI 教学在培育学生科学思维方面的独特优势。

6.3. 数智深度赋能, “师-生-机”三元协同, 创新课堂生态

本研究引入 AI 角色智能体, 成功构建“师-生-机”三元协同的教学新生态。AI 的接入承担了信息检索的认知负荷, 释放了学生用于价值判断的脑力资源, 促使学生在“提问—甄别—决策”的闭环交互中提升数字素养。这种三元协同生态可有效解决传统论证教学中证据获取困难、逻辑链条易断等痛点, 为数智时代科学教育模式的创新提供实践参考。

参考文献

- 范楠楠、徐真、Troy D.Sadler 和 HeewooLee (2025)。社会性科学议题主题单元课程设计与实践。中小学科学教育, 2(04), 32-37。
- 胡金艳、束子璐、李雨洁、于文娜和董澳 (2025)。AISci-Friends: 基于知识建构的小学科学真实情境解析多智能体设计与实现。上海教育科研, (09), 75-84。
- 贾艳梅和罗江华 (2025)。AIGC 助力科学教育资源建设的价值、挑战和进路。教育理论与实践, 45(02), 52-56。
- 高健和阚文昕 (2024)。图尔敏论证模型在高中生物 SSI 教学中的应用研究——以器官移植为例。生命科学研究, 28(05), 465-470。
- 高琼、陆吉健、王晓静、商家慧和周跃良 (2021)。人工智能时代人机协同课堂教学模式的构建及实践案例。远程教育杂志, 39(04), 24-33。
- 谢幼如、高磊、邱艺、彭志扬和李成军 (2023)。智能技术赋能高质量课堂的评价创新。电化教育研究, 44(12), 73-79+94。
- 谢幼如和黎佳 (2020)。智能时代基于深度学习的课堂教学设计。电化教育研究, 41(05),

73-80.

- Dolan, T. J. (2020). The effects of socioscientific issues on informal reasoning and the transference to controversial issues in a social studies context.
- Sadler T D, Barab S A & Scott B (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in science education*, 37(4).