

探究能促进学习吗？从认知-情感互动深度看学习结果

Can inquiry promote learning? A lens from cognitive and emotional interactions during learning

吴佳露^{1*}, 朱雨婷¹, 汪月香¹, 陈德伟¹, 郑晓丽¹

¹温州大学

* 1627071273@qq.com

【摘要】 尽管探究式教学能够激发学生的好奇心和参与感，在促进学生深度学习和问题解决能力方面有显著潜力。然而小学阶段的学生在面对复杂的知识建构任务时，如何有效参与人工智能课程的自主探究和知识整合仍是一个挑战。因此，本研究在五年级人工智能课程中引入探究式教学，基于 ENA 探讨探究式教学与直接教学对学生在人工智能素养、认知与情感互动以及学习体验上的差异。结果表明，探究式教学提升了学生的认知互动复杂性和深度参与，且在课堂协作中展现出更多的社会情感互动，但与直接教学相比，其对人工智能素养的总体提升效果有限。

【关键词】 探究式教学法；小学人工智能课程；机器学习；人工智能素养

Abstract: Although inquiry-based instruction can stimulate students' curiosity and engagement and holds significant potential for promoting deep learning and problem-solving skills, elementary school students still face challenges in effectively engaging in autonomous inquiry and knowledge integration, particularly when confronted with complex knowledge construction tasks. This study therefore introduced inquiry-based instruction into a fifth-grade artificial intelligence course and employed ENA to examine differences between inquiry-based and direct instruction in terms of students' AI literacy, cognitive and socio-emotional interactions, and learning experiences. The findings indicate that inquiry-based instruction enhances the complexity of cognitive interactions and fosters deeper engagement, while also promoting richer socio-emotional interactions in classroom collaboration. However, compared with direct instruction, its overall effect on improving AI literacy remains limited.

Keywords: Inquiry-based teaching method, elementary school artificial intelligence curriculum, machine learning, artificial intelligence literacy

1. 引言

人工智能技术的迅速发展 AI 教育成为当前重要议题，培养学生的人工智能素养有助于提升学生解决复杂问题及协作能力 (Ng et al., 2024)。探究式教学以问题解决和知识建构为核心，在提升学生高阶思维能力、知识深度建构与迁移方面表现出了独特的优势 (de Jong et al., 2023; Sharma et al., 2023)。然而，学生在自主探究过程中可能遇到认知负荷过高的挑战，如何有效参与复杂知识建构仍是难题。

在学习过程中,认知与情感共同影响着学习效果与教育结果。研究表明,认知参与涉及学习者对知识的理解、分析与应用,情感因素则包括学习者的兴趣、动机和情绪状态(樊雅琴等,2018)。情绪智力较高的学生在探究式学习中往往表现更为优异,情感与认知的双向作用有助于促进学生的全面发展(Nasution, 2018)。尽管探究式教学在提升学生认知能力、参与感方面的潜力被广泛认可,但现有研究多集中于中学和大学阶段,针对小学人工智能课程的探索较为有限。此外,如何设计有效的学习支架以支持学生的自主探究,以及探究式教学在认知与社会情感互动中的具体作用,这些方面的研究也较为匮乏。

因此,本研究在五年级人工智能课程中引入探究式教学,并采用认知网络分析方法(ENA),探讨其对学生人工智能素养及认知与情感互动的影响。具体而言,围绕以下两个核心问题展开:

- (1) 探究式学习如何影响学生人工智能素养和学习成绩?
- (2) 探究式学习如何影响学生的认知和情感互动?

2. 教学模式及实施

本研究中以《制作校园农场之植物百科小程序》为教学主题,采用探究式教学模式和直接教学模式。探究式教学模式以问题驱动为核心,由教师提供任务单、学习资源包以及操作微视频等学习支架,引导学生进行自主探究、合作交流分享学习成果。直接教学模式主要包含教师导入任务、教师讲解演示、学生完成任务、教师纠错总结 4 个阶段。

四节课均围绕同一主题展开,实验组在每节课中通过任务单自主探究、小组协作归纳;对照组由教师演示讲解后模仿操作。课程内容依次涵盖体验 AI 分辨植物、理解图像识别与机器学习、Mind+软件模拟及数据集分析与 KNN 分类。

3. 实验流程

3.1. 参与者

本研究选取了中国浙江省某一公办小学五年级学生共 79 名,随机划分为实验组(N=38)与对照组(N=37)。两组学生均有积木式编程基础,且均未使用过“机器学习”的扩展模块。

3.2. 实验流程

本研究实验周期共 8 周。教学实施前,所有学生完成人工智能素养线上前测(40 分钟)。教学阶段共 4 次课,每周 1 次,每次 40 分钟。实验班采用探究式教学,对照班采用直接教学。教学结束后进行后测(40 分钟)。

3.3. 测量工具

人工智能素养测试参考赵苏亚(2019)等学者的评估框架,考察内容涵盖人工智能基础概念、人工智能基础应用、人工智能安全与伦理、机器学习概念、机器学习应用五个方面。每维度各 3 题,共 15 道单选题。经三位一线老师一致审核通过。前测难度系数为 0.37,区分度为 0.38;后测难度系数为 0.30,区分度为 0.42。

认知与情感互动编码方案参考并改编自 Blooma (2013),并根据实际情况结合布鲁姆认知领域教育目标分类修订而成。涵盖认知与社会情感两个维度。其中,认知维度包含识记、理解、应用、分析、评价、创造 6 个类别共 18 个子类;社会情感维度包含情感、互动、凝聚力、议论 4 个类别共 13 个子类。为检验编码信度,两名研究者随机抽取 28 个编码单元进行独立编码,认知维度 $\kappa=0.736$ 、社会情感维度 $\kappa=0.892$,均高于 0.70 的可接受标准(Landis & Koch, 1977)。

4. 实验结果

4.1 探究式学习对学生人工智能素养和学习成绩的影响

研究采用单因素协方差分析 (ANCOVA) 比较两组学生的人工智能素养差异, 以前测成绩为协变量。其中 AI 安全与伦理、机器学习应用两个维度不满足 ANCOVA 前提条件, 因而采用 Wilcoxon 秩和检验进行分析, 结果显示, 两组在 AI 安全与伦理维度 ($U=621.50, p=0.330$) 及机器学习应用维度 ($U=684.50, p=0.838$) 均无显著差异。然而, 对照组在机器学习概念维度的表现显著优于实验组 ($F(1,72)=10.63, p=0.002, \eta^2=0.129$), AI 素养总成绩亦显著高于实验组 ($F(1,72)=4.82, p=0.031, \eta^2=0.063$), 见表 1。

表 1 人工智能素养及 3 个维度描述性统计和单因素协方差分析

维 度	组 别	样 本 数 量 (N)	Pretest M(SD)	Posttest M(SD)	Adj.M(SD)	ANCOVA		
						F	P	η^2
AI 基础概 念	实 验组	3 8	5.84(1. 70)	5.29(2.2 5)	5.29(0.3 8)	1. 69	0. 198	0. 023
	控 制组	3 7	5.83(2. 11)	6.00(2.4 4)	6.00(0.3 9)			
	实 验组	3 8	5.76(2. 45)	7.42(2.0 6)	7.41(0.3 8)	2. 77	0. 101	0. 037
	控 制组	3 7	5.27(1. 92)	6.49(2.6 0)	6.50(0.3 9)			
机 器学 习概 念	实 验组	3 8	3.94(1. 99)	3.87(2.6 0)	3.91(0.3 9)	10 .6**	0. 002	0. 129
	控 制组	3 7	4.38(2. 19)	5.76(2.1 7)	5.71(0.3 9)			
	实 验组	3 8	27.79(5 .34)	30.08(6. 82)	30.25(0. 95)	4. 82*	0. 031	0. 063
	控 制组	3 7	29.11(5 .99)	33.41(5. 01)	33.23(0. 97)			

注: M 为平均值, SD 为标准差, * $p<.05$ ** $p<.01$

4.2 探究式学习对学生认知和情感互动的影响

本研究采用 ENA 构建两组学生的认知情感连接网络, 并通过减法网络可视化两组间连接强度的差异。从两组的认知网络图可以看出, 实验组出现 10 种强连接 (权重 >0.1), 连接模式以认知-情感交织为主, 整体更为集中; 对照组虽出现 9 种强连接, 但分布较为分散, 且有 4 种连接权重低于 0.01(见图 2、图 3)。

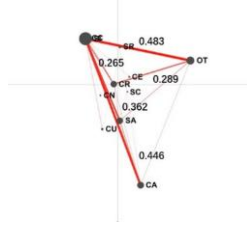


图 2 实验组认知网络分析图

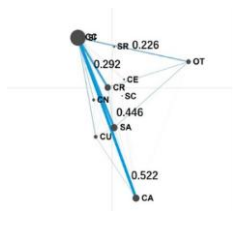


图 3 对照组认知网络分析图

5. 讨论与总结

在人工智能素养方面，两组大部分维度无显著差异。然而，对照组在"机器学习概念"维度及 AI 素养总成绩上显著优于实验组，表明直接教学在结构化知识传递上具有一定优势（赵庆国等, 2023）。这可能源于两方面：第一，实验组花费大量时间用自己语言解释概念，压缩了巩固的时间，而对照组教师直接讲解概念输入更为集中；第二，"机器学习"属于高度抽象的概念，五年级学生可能因先备知识不足而难以在探究中高效整合信息。此外，实验周期较短使得探究式教学效果受到一定制约。

在认知与情感互动方面，实验组表现出更高的互动复杂性和集中性。如实验组中“OT-SI”（其他-互动）和“CA-SI”（应用-互动）等连接强度较高，表明探究式教学能够有效促进学生间的深层次协作与情感交流（Li, 2024）。对照组的互动模式则相对简单且分散，主要集中于知识点的接受与反馈。

研究结果表明，探究式教学对 AI 素养的直接提升有限，但在深度学习参与、协作能力和情感互动方面具有显著优势。未来教学设计应将直接教学与探究式教学有机结合，在抽象概念教学阶段先建立知识框架再开展探究，同时优化学习支架设计。本研究局限在于样本来自单一地区且实验周期较短，未来研究应扩大样本范围并延长干预周期，以更全面评估探究式教学在小学 AI 课程中的长期效果。

参考文献：

樊雅琴, 周东岱, 杨君辉, & 王静. (2018). 项目式 STEM 教学中学生参与度测量研究. *现代教育技术*, 28(01), 121–126.

赵国庆, 孙兴艳, 盛海曦, 樊蓓蓓, & 周歆然. (2023). 显性直接教学的概念演进、核心内涵与实践启示. *远程教育杂志*, (5).

赵苏亚. (2019). *小学人工智能教育机器人的设计与应用研究* [硕士学位论文]. 华中师范大学.

Blooma, M. J., Kurian, J. C., Chua, A. Y. K., Goh, D. H. L., & Lien, N. H. (2013). Social question answering: Analyzing knowledge, cognitive processes and social dimensions of micro-collaborations. *Computers & Education*, 69, 109–120.

de Jong, T., Lazonder, A. W., Chinn, C. A., Fischer, F., Gobert, J., Hmelo-Silver, C. E., ... & Zacharia, Z. C. (2023). Let's talk evidence—The case for combining inquiry-based and direct instruction. *Educational Research Review*, 39, 100536.

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174.

Li, D. (2024). Task-driven collaborative inquiry teaching method in modern educational technology instruction at universities. *International Journal of Educational Teaching and Research*, 1(1).

Nasution, W. N. (2018). The effects of inquiry-based learning approach and emotional intelligence on students' science achievement levels. *Journal of Turkish Science Education*, 15(4), 104–115.

Ng, D. T. K., Su, J., & Chu, S. K. W. (2024). Fostering secondary school students' AI literacy through making AI-driven recycling bins. *Education and Information Technologies*, 29(8), 9715–9746.

Sharma, P. K., Kumar, H., & Verma, M. (2023). The psychological influence of inquiry-based learning on students' emotional intelligence and well-being in education. *Journal for ReAttach Therapy and Developmental Diversities*, 6(7s), 173–178.