

兼顾多元主体质量观的中小学人机协同教学质量评价框架研究

王辞晓¹, 伍潇贝², 尚俊杰²

(1.北京师范大学 教育学部, 北京 100875;

2.北京大学 教育学院, 北京 100871)

[摘要] 智能技术的飞速发展促使人机协同逐渐成为基础教育的主流教学形态。文章通过访谈教学者、学习者、研究者、研发者四类相关价值主体,提炼中小学人机协同教学的质量观和质量要素,进而构建兼顾主体间需求与差异的质量评价框架。通过对共计20位受访者的访谈文本进行主题分析和编码统计,研究发现:人机协同教学质量观有协同整合型、成效导向型、技术效能型、体验驱动型四类,各类主体均持有成效导向型质量观;结合对14位专家进行德尔菲专家咨询,最终确定中小学人机协同教学质量评价框架包含协同目标、协同策略、协同效率、协同效果、协同体验、协同伦理六个维度,各维度包含三个质量要素,其中实效性、互补性、个性化、交互性和满意度为核心质量要素。多元价值取向的质量观和质量评价框架能够为我国基础教育阶段智能教育的课堂实践与可持续发展提供设计依据和评价思路。

[关键词] 人机协同教学; 人工智能; 基础教育; 课堂教学; 教学评价

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 王辞晓(1992—),女,吉林白山人。副教授,博士,主要从事在线教育、学习科学、人机协同教学研究。E-mail:wangcixiao@bnu.edu.cn。尚俊杰为通信作者,E-mail:jjshang@pku.edu.cn。

一、引言

生成式人工智能具有强大的理解、分析与创作能力,对当前知识获取和传授方式产生巨大影响。技术智能程度的提高推动了机器在教学过程中从“工具”向“伙伴”的角色转变,为教学模式从人机交互转向人机协同提供了重要支撑。人机协同是一种人与机器发挥各自优势、相互制约、共同决策的协同工作模式^[1]。人机协同的思维方式可以帮助教师突破个体认知与能力局限、重塑课堂教学形态和互动模式,人类教师与智能机器的协同教学将成为未来教育的理想形态^[2]。然而,当前人机协同教学实践尚存在应用形式窄化、应用效果不理想等问题^[3],其质量评价是教育研究者和实践者共同面临的现实挑战^[4]。对于人机协同教学

质量评价,一方面,智能机器引入后,教学系统涌现出多主体、涌现性、非线性等新特征。另一方面,当前课堂教学评价多关注教学者期望或学习者表现,较少综合考虑多元价值主体的观点和需求。基于此,本研究期望综合教学者、学习者、研究者、研发者四类价值主体对人机协同教学的质量观念与需求,有机整合多维质量要素,构建中小学人机协同教学质量评价框架,以期为我国基础教育阶段智能教育的推广与可持续发展提供设计依据和评价思路。

二、文献综述

(一) 人机协同教学的相关研究

学界对人机协同教学模式的观点主要可分为两类,一类是以双师课堂^[5]、精准教学^[6]等已有教学模式

为出发点,分析新技术融入相应教学模式中的可能路径,并在此基础上构建“人机协同+X”的教学模式;另一类认为人机协同与已有教学模式并列,探索机器支持下的新教学模式,如人机争论探究教学模式^[7]、iSTAR 人机协同教学框架^[8]、K-12 阶段人工智能设计与应用 PCAI 教学框架^[9]等。对于教师与机器的协同关系,有学者认为机器在教学中扮演了协助者、支持者等辅助型角色,机器能够通过承担重复性工作、提供数据分析等方式减轻教师的教学压力或支持学生的学习^[9];也有学者认为,机器不仅能延展教师的能力,也具有主体性,与教师在课堂中呈现协作、共生、合作的关系^[10]。尽管当前教学实践仍存在形式狭窄化、碎片化、微观化^[9]、应用效果不理想、优化思路待明晰等问题^[11],但是已有研究结论有助于理解机器介入后的课堂结构变化,是分析人机协同有效运作方式和质量提升路径的重要基础。

(二) 人机协同教学的质量评价

针对人机协同教学的质量评价,已有研究运用专家咨询、理论演绎等方法构建了面向在线场景的教学质量评价体系。例如,王辞晓等构建了基于教师、机器两大教学主体和课前导学、课中活动、课后答疑三大教学环节的人机协同在线教学评价框架^[12];李爽等基于智能时代教学模式的特点,提出包括目标与内容、方法与过程、技术与系统三方面的在线教学质量评价框架^[13]。对于线下教学情境,也有研究尝试构建了机器人辅助教学的质量评价工具,如 ICAPB 投入编码模型^[14]。然而,已有研究存在评价场景有限、指标针对性不足等问题,面向中小学课堂场景的人机协同教学评价研究还较为缺乏。此外,已有评价框架多从研究者视角构建,尚未充分考虑教师、学生、教育管理者等价值主体关于教学质量的价值理念和需求。整体来看,构建面向中小学课堂场景的人机协同教学质量评价框架,有助于分析当前实践中存在的问题,推动人机协同教学策略的形成,进而促进教学质量的提升。

三、研究设计

(一) 资料采集

本研究采用半结构访谈法,对教学者、学习者、研究者、研发者四类中小学人机协同教学的利益相关主体进行访谈。研究采用目的性抽样方法确定访谈对象,访谈人数确定以“不再提供新的相关重要信息”为度,最终确定了每类主体 5 人,共计 20 人作为访谈对象,访谈对象均参与、接触或研究过人机协同课堂教学。将研究者编码为 E01-E05,研发者编码为 P01-

P05,教学者编码为 T01-T05,学习者编码为 S01-S05。访谈提纲中问题一至问题五分别旨在了解受访者关于人机协同教学的先前经验、评价理念、价值取向、评价内容和评价重点。最终对 20 位被访谈者累计访谈时长为 817 分钟,共获得约 12.4 万字的访谈文本资料。

(二) 资料分析

首先,为提取多元主体质量观,研究采用主题聚类算法 LDA (Latent Dirichlet Allocation) 对问题一至问题三的访谈文本数据进行统计分析和主题归类,采用 Python 3.11 的 Scikit-learn 库实现。接着,研究采用质性资料分析方法,使用软件 NVivo 20.0 对问题四至问题五的访谈文本进行三级编码,以提炼人机协同教学的质量要素,进而构建评价框架。三级编码过程分为开放编码、轴心编码和选择性编码三个阶段^[15],逐步从文本资料提取概念类属及其内在联系形成初步的评价框架层级结构。随后,研究采用德尔菲法,通过两轮专家意见征询调整评价框架。专家组成员为 14 位教育技术学领域对人机协同教学进行过理论或实践研究的高校教师,其中高级职称 8 人,中级职称 6 人。最后,研究基于三级编码结果,对问题五的访谈资料进行质量要素归类汇总和频次统计,得出评价框架中的核心质量要素。

四、研究结果

(一) 中小学人机协同教学质量观

本研究首先运用 LDA 主题模型挖掘访谈文本中的隐含主题,分析得出多元价值主体的中小学人机协同教学质量观,随后统计不同主体所持质量观频数,分析主体间质量观差异。在 LDA 主题建模阶段,研究以困惑度曲线和一致性指标为主要衡量标准,最终选择主题数 $K=8$ 时的聚类结果,此时聚类效果最好。聚类得到的主题—特征词矩阵见表 1,每个主题下依次列出概率值排名前八条的特征词。结合特征词及其对应概率值,研究将八个主题分别概括为学习体验、机器功能、系统整体、质量提升、学习成效、活动设计、机器效果、目标达成。进一步地,研究通过合并内涵相近的主题,得到如下四种人机协同教学质量观。

1. 协同整合型质量观

协同整合型质量观强调人机协同教学是一个整体系统,需要综合考虑教师、机器、学生三个主体在课堂中的分工协作和实际参与情况,体现为主题三。主题三“系统整体”包括内容、课堂、教学质量、体验、设计等特征词。该主题从系统性的整体视角出发,既

表 1 LDA 主题建模的主题—特征词矩阵

主题一:学习体验		主题二:机器功能		主题三:系统整体		主题四:质量提升	
特征	概率	特征	概率	特征	概率	特征	概率
个性化	0.615	课堂	0.309	内容	0.091	教学质量	0.565
体验	0.122	数据	0.291	课堂	0.091	质量	0.203
课堂	0.118	质量	0.233	教学质量	0.091	课堂	0.102
内容	0.111	教学质量	0.097	质量	0.091	目标	0.073
质量	0.005	内容	0.035	能力	0.091	内容	0.008
教学质量	0.005	能力	0.029	设计	0.091	个性化	0.008
设计	0.005	个性化	0.001	目标	0.091	数据	0.008
目标	0.005	技术	0.001	体验	0.091	能力	0.008
主题五:学习成效		主题六:活动设计		主题七:机器效果		主题八:目标达成	
特征	概率	特征	概率	特征	概率	特征	概率
体验	0.35	设计	0.663	技术	0.64	目标	0.548
质量	0.288	课堂	0.156	教学质量	0.129	内容	0.182
能力	0.148	质量	0.096	设计	0.101	能力	0.135
设计	0.089	教学质量	0.011	能力	0.101	教学质量	0.066
目标	0.058	数据	0.011	内容	0.004	设计	0.048
内容	0.029	内容	0.011	质量	0.004	课堂	0.003
教学质量	0.026	目标	0.011	课堂	0.004	质量	0.003
技术	0.003	能力	0.011	个性化	0.004	数据	0.003

关注教学质量、教学内容等教师教学情况,也考虑学生能力、学习体验等学生学习情况,还涉及机器在课堂中的功能支持。例如,研究者 E02 提到,“只有综合考虑学生、教师和机器的作用,关注整个教学过程,才能对人机协同教学的质量进行全面、客观、准确的评价”。

2. 成效导向型质量观

成效导向型质量观关注人机协同教学的实际成效,即基于教学目标,考虑学生学习成效和教学质量提升效果,主要体现为主题四、主题五、主题八。主题四“质量提升”包括教学质量、课堂、目标、个性化、数据等特征词,侧重于教学质量是否有所提升。例如,研发者 P03 提到“(机器的加入)能更好地让中小学教育服务落地,引进好的教学资源,从而达到更好的教学效果”。主题五“学习成效”包括目标、体验、能力、设计等特征词,从学生的知识技能提升和学习体验等方面关注学习效果。也有受访者提到“要关注学生的高阶能力培养,如创造性思维、批判性思维等”(教学者 T01)。主题八“目标达成”包括目标、内容、能力、设计等特征词,关注教学目标的设立和实现。例如,研究者 E03 关注“如何设计更高阶的教学目标,如何引导学生用技术支撑高阶学习目标”。

3. 技术效能型质量观

技术效能型质量观侧重人机协同教学的“新主

体”机器,包括机器的功能设计、使用方式和实际效果,主要体现为主题二、主题七。主题二“机器功能”包括课堂、数据、个性化等特征词,强调机器所具有的教学功能。例如,学习者 S05 认为“功能应满足教学要求,操作应注重用户体验”。主题七“机器效果”包括技术、教学质量、能力等特征词,强调智能机器通过赋能课堂提升教学效果。也有受访者指出不能过度使用和依赖技术,“不能只关注机器的智能功能,而忽视了学生的主体作用”(研发者 P04)。总体来看,受访者既关注机器的功能设计、用户体验、价格成本等生产因素,也关注机器在课堂中的使用方式,强调机器的教学赋能作用。

4. 体验驱动型质量观

体验驱动型质量观关注教学活动设计的趣味性,强调学生的学习体验和教师的教学体验,主要体现为主题一、主题六。主题一“学习体验”包括个性化、体验、课堂等特征词,直接描述了学生的学习感受和个性化程度。例如,受访者强调评价应关注学生的学习体验和参与度,“在机器协同的教学中,应关注学生是否有积极的学习感受,是否全程积极参与”(教学者 T04)。主题六“活动设计”包括设计、课堂、目标等特征词,关注教师对教学活动的设计,如研究者 E02 提到“如何设计与机器协同的教学活动,让学生们能够真正动脑动手、快乐高效地学习”,侧重教学活动是否贴

合教学目标,同时强调活动的趣味性。

研究综合访谈文本,将受访者对教学质量所持理念归为以上四类质量观之一,并对各教学主体所持质量观进行描述统计(如图1所示)。分析得出,持有成效导向型质量观的人数占比最高,且四类群体人数基本相当。可见,人机协同教学中教学目标和教学效果仍然是重要的评价内容。协同整合型质量观持有人数占比位于第二,且主要为研究者,他们从更为宏观的角度考虑整个人机协同教学过程,认为教学评价需要综合考虑教师、学生、机器三大主体的作用,基于师—机—生的协同配合情况判断教学质量。技术效能型质量观人数占比位于第三,且主要为与人机协同教学实践联系更为紧密的教学者、学习者、研发者,他们将机器作为人机协同教学与传统教学的最大区别,从机器的功能设计、作用效果等角度评估人机协同教学质量。体验驱动型质量观人数占比最少,主要为教学者和研发者,他们认为教学质量与教师应用工具的创造性、师生课堂教学的体验密切相关。

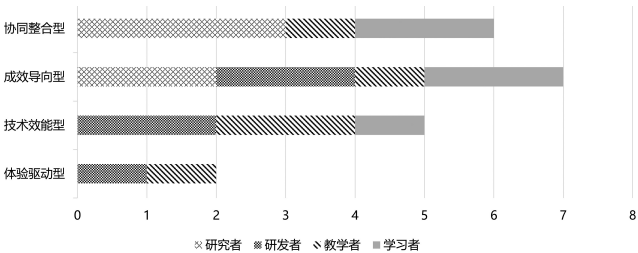


图1 各主体人机协同教学质量观频数统计

(二)中小学人机协同教学质量评价框架

通过三级编码,研究形成了初步的质量评价框架,并提取出十八个概念类属,对应中小学人机协同教学的质量要素(见表2中的二级维度)。在专家意见征询中,专家主要从维度和要素命名准确性、概念内涵补充、维度间关系和区分度等方面提出修改建议,如教学效率和效果应加以区分等。通过组内多轮修改和专家意见征询,形成最终的评价框架。根据各质量要素的描述对象和侧重点,研究将其归纳为六个核心类属,即一级评价维度:协同目标、协同策略、协同效率、协同效果、协同体验、协同伦理。各一级维度下分别包含三个质量要素,共同构成中小学人机协同教学质量评价框架(见表2)。

协同目标维度关注人机协同教学目标的明确性、多元性、可达性,从目标设计是否清晰具体、维度多样、达成可行性、高阶能力培养等方面评估人机协同教学目标。其中,明确性的概念节点为教学目标清晰、符合认知水平,如教学者T03提到“教学目标是围绕核心素养来的,应该很清晰、可操作”。多元性的概念节点为高阶思维与能力培养、创造性思维激发,如研究者E02提到“人机协同能激发学生的创造性思维,支持快速获取知识和更高阶的思维能力”。可达性的概念节点为目标规定合理、符合现实条件,如学习者S05提到“要考虑教学目标是不是能完成的,不能因为有机辅助就设置不切实际的目标”。

表2 中小学人机协同教学质量评价框架

一级维度	二级维度	解释
协同目标	明确性	教学目标清晰、具体、可测量,符合学生认知水平,容易理解
	多元性	教学目标涵盖多维度,涉及高阶能力培养,可进行动态调整
	可达性	教学目标能够通过教学达成,符合学生认知水平,考虑教学资源等条件限制
协同策略	适应性	教学系统能够根据实际情况灵活、动态调整教学目标、内容、策略
	互补性	教师—机器—学生三者角色定位明确、优势互补,充分发挥各自长处
	合理性	教学设计科学合理,可体现在协同模式、教学策略、教学活动、支持服务等方面
协同效率	敏捷性	教学系统能够快速、及时地响应教师与学生的需求,给予有效的反馈
	稳定性	教学系统功能稳定,具有可执行性
	可信赖	教学内容准确,具有可解释性和可信度
协同效果	实效性	人机协同教学中学生的学习成效,教学目标的达成情况
	参与度	在教学过程中,教师、学生的认知投入情况和参与度
	满意度	教师、学生对人机协同教学的满意度
协同体验	交互性	教师—机器—学生间具有较好的互动关系,在人机交互中体现各主体价值
	友好性	机器界面设计简洁明确,容易使用,用户体验良好
	个性化	教学能够支持或满足学生的个性化学习,提供个性化服务
协同伦理	安全性	教学数据安全,保护数据隐私,无非法访问、数据泄露等问题
	可问责	在教学过程中出现问题时,能够追溯原因并确定责任方
	平等性	教学内容及机器生成内容无偏见,维护人之尊严,具有文化包容性

协同策略维度关注人机协同教学中教师、机器、学生的分工策略以及课堂教学策略。该维度质量要素为适应性、互补性、合理性,着眼于整个教学系统,从系统中师—机—生角色定位与优势发挥、协同设计的合理性、教学系统的灵活性等方面进行考虑。具体而言,适应性的概念节点为可拓展性、动态调整,如研究者 E05 指出“利用机器做简单的统计评估教学效果,能在当堂课中直接做出相应的调整”。互补性的概念节点为主体间角色互补、师机生合理分工,如研究者 E04 提到“需要关注教师、机器、学生的角色之间是否互补,在多大程度上互补”。合理性的概念节点为机器功能契合、机器特长发挥、教学内容适合,如教学者 T05 强调“不是为了用工具才去用,是因为你真的需要它”。

协同效率维度关注人机协同教学在时间、功能等方面的效率体现。该维度质量要素为敏捷性、稳定性、可信赖。敏捷性的概念节点为响应迅速、反馈及时、快速获取知识,如教学者 T04 提到“机器延展了教师的触觉,比如搜集整理学生作业数据,让教师快速发现问题”。稳定性的概念节点为出错率低、可执行性强,对此研发者 P02 提到“软件开发很关注故障率、稳定性,比如服务器故障带来的影响很大”。可信赖的概念节点为内容可解释、机器可信度,如教学者 T02 指出“人机协同中机器的反馈必须是能看懂的。比如课堂行为记录软件,如果只陈述事实,没有解读数据背后的含义和与教学之间的关联,就没有什么质量可言”。

协同效果维度关注人机协同教学在知识技能掌握、师生参与、满意度等方面的表现。该维度质量要素为实效性、参与度、满意度,既考虑教学目标的达成情况,也关注教学过程中的师生表现和情感体验。实效性的概念节点为教学目标达成、学习任务完成,如研发者 P03 认为“教学质量最重要的体现就是学习任务的达成情况,至少应该学会本节课的知识”。参与度的概念节点为认知投入、课堂参与,如教学者 T01 提到“学生的参与度在这样的课堂上应该更高,不能让学生排斥使用机器”。满意度的概念节点为师生合作体验、教学压力减轻、学习体验提升,如学习者 S02 认为“能够通过人机协同降低学生的认知负荷,提高学习体验”。

协同体验维度关注人机协同教学中人际互动、人机互动的学习和情感体验。该维度质量要素为交互性、友好性、个性化,强调人机交互中各主体的有效互动和价值发挥。具体地,交互性的概念节点为课堂组

织、师机反馈、活动引导,如研发者 P04 提到“观察课堂中学生的主体作用,教师有没有适当引导,人机协同的课堂互动性应该更强”。友好性的概念节点为用户体验、易用性、性价比,如研究者 E03 指出“课堂上机器提供的环境友好、易用,还要考虑机器的成本是一线学校可以接受的”。个性化的概念节点为个性化学习、教学资源丰富、数据分析报告、辅助自我管理,如学习者 S01 提到“系统会基于算法向学生推荐个性化题目,在教师与机器的协同帮助下,学生者能更加个性化地学习”。

协同伦理维度关注人机协同教学涉及的数据、隐私等安全与伦理问题。该维度质量要素为安全性、可问责、平等性,从机器伦理安全的角度出发,为开展人机协同教学提供基本保障。对于二级维度,安全性的概念节点为隐私保护、数据安全,如研发者 P03 认为“算法的数据积累要采集师生的各种数据,其实涉及到数据安全、隐私的问题”。可问责的概念节点为教师社会责任承担,研究者 E01 强调“教学事故的责任承担人是教师,因为机器的教学控制权是来自于教师的”。平等性的概念节点为文化包容、无歧视偏见,如教学者 T02 指出“机器提供的内容至少应该没有偏见,不会让学生感觉自己受到了歧视”。

图 2 为质量要素编码频次统计结果。编码频次较高的质量要素依次为实效性(26 次)、满意度(21 次)、交互性(21 次)、可信赖(20 次)、个性化(19 次)。由此可知,受访者普遍认可课程应至少完成教学目标、提高教学效率、提升师生情感体验。同时,机器的生产内容应具有可解释性和准确性,从而让师生愿意信任并使用机器。从功能上来看,机器应能够丰富课堂活动形式、增强教学交互、提供个性化学习服务。相对而言,编码频次较低的质量要素为安全性、可问责、平等性,均不超过 5 次。尽管保障伦理安全是支撑课堂教学顺利开展的基础,但其在实际教学评价中尚未得到广泛的重视。可能的原因有两个:一方面,一些教学工作者未能充分意识到技术伦理在教育教学中的重要性;另一方面,实践中存在对技术解决方案的盲目信任,导致在教学评价时忽视了对技术的批判性分析。研究还统计了一级评价维度的频次:协同效果 60 次、协同体验 52 次、协同效率 40 次、协同策略 34 次、协同目标 22 次、协同伦理 8 次。可见,相关主体更关注协同效果、协同体验与协同效率,对协同目标和协同伦理的关注相对较少,该结果与质量要素编码频次分析一致。

从不同价值主体的质量要素提及差异(如图 2 所

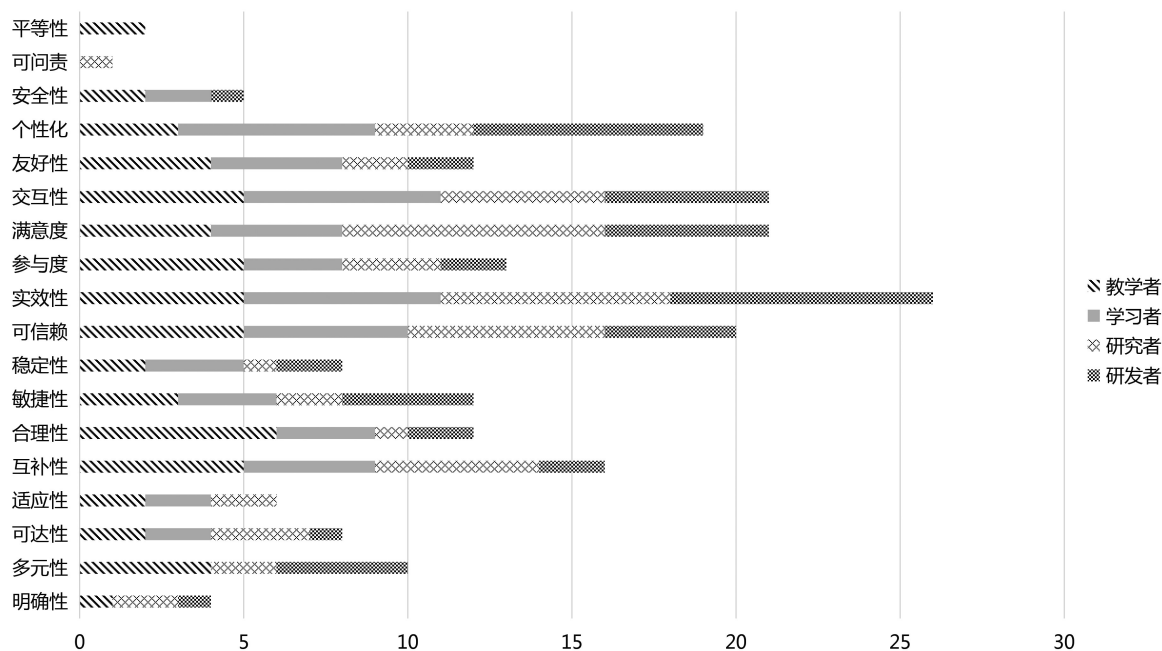


图2 各主体质量要素编码频次统计

示)可知,教学者更关注合理性、互补性,认为不能将机器作为形式化的工具,应形成“师—机—生”协同合作、各尽所能、合理分工的教学模式。学习者更关注个性化、交互性、实效性,认为课程至少应能够完成教学任务、提高学习效率,在机器加入课堂后,课堂应更加个性化、交互性更强。研究者则强调满意度、实效性、可信赖,人机协同应能够从学习效果和情感体验上为师生提供更丰富、更高效的课堂教学。研发者关注个性化和实效性,认为机器应为师生提供针对性的学习资源,规划个性化学习路径。

(三)中小学人机协同教学核心质量要素

研究通过问题五的访谈文本得出核心质量要素,以确定质量评价框架的评价重点。除明确性、稳定性、

友好性、安全性、可问责、平等性外,其他质量要素均被至少一位受访者提名为核心质量要素。被四类价值主体提及的质量要素见表3。本研究以被提及5次及以上为标准,据此确定5个核心质量要素,分别是实效性、互补性、个性化、交互性和满意度。教学者、研究者注重协同策略的互补性,他们关注人机协同的合作模式和分工互补机制。学习者、研发者更关注协同效果,他们认为教学效果是人机协同教学质量的基本体现。总的来说,相关价值主体较为关注教学任务完成及教学效果提升,与质量观中成效导向型质量观持有人数最多相互印证。同时,师—机—生三大主体能够通过合理的协同分工,提升课堂教学体验和交互效果,也是人机协同教学的评价要点。

表3 人机协同教学核心质量要素提及情况统计

一级维度	二级维度 (质量要素)	教学者		学习者		研究者		研发者	
		人数	占比	人数	占比	人数	占比	人数	占比
协同目标	多元性	1	20%	1	20%	1	20%	0	0%
	可达性	0	0%	0	0%	1	20%	0	0%
协同策略	适应性	2	40%	1	20%	0	0%	0	0%
	互补性	3	60%	0	0%	4	80%	1	20%
	合理性	1	20%	1	20%	0	0%	2	40%
协同效率	敏捷性	0	0%	0	0%	0	0%	2	40%
	可信赖	0	0%	1	20%	1	20%	1	20%
协同效果	实效性	1	20%	4	80%	1	20%	4	80%
	参与度	1	20%	1	20%	1	20%	0	0%
	满意度	0	0%	3	60%	1	20%	1	20%
协同体验	交互性	1	20%	1	20%	2	40%	1	20%
	个性化	1	20%	3	60%	0	0%	2	40%

五、结论与讨论

(一) 结论

研究通过调研中小学人机协同教学相关利益者(教学者、学习者、研究者和研发者),总结出四类中小学人机协同教学质量观:协同整合型、成效导向型、技术效能型和体验驱动型质量观。其中,成效导向型质量观最为普遍,四类价值主体均体现出对教学目标的设立与达成、实际教学效果及其增值情况的关注;协同整合型质量观反映了研究者对人机协同教学质量评价的宏观视野,强调教学系统内各主体的分工协调,尤其是人类教师和智能机器的优势互补;技术效能型质量观体现了相关主体对机器功能设计、工作方式和应用效果的关注;体验驱动型质量观则表现出教学者和研发者对师生课堂体验的重视。由此得出,在人机协同教学质量评价中,教学目标、教学效果和人机协同模式是当前评价的重点。

进一步地,研究构建了兼顾主体间需求与差异的人机协同教学质量评价框架。该框架共包含协同目标、协同策略、协同效率、协同效果、协同体验、协同伦理六个一级评价维度,各一级维度下包括三个质量要素。受访者对协同效果、协同体验与协同效率更为关注,而对协同目标、协同伦理关注较少。对于具体的质量要素,实效性、满意度、交互性、可信赖、个性化被提及次数较高,受访者普遍认为教学任务的高质量完成、课堂教学交互效果和满意度、机器的智能水平和可靠性会较大程度影响人机协同教学的质量水平。相对地,安全性、可问责、平等性等质量要素的提及次数较低,但这些要素是开展教学的必要条件而不是影响教学质量的重要条件。最后,研究结合各质量主体对核心质量要素的提名情况,将实效性、互补性、个性化、交互性和满意度确定为核心质量要素,以强调教师、机器、学生三大主体在协同中的定位明晰、优势互补。

(二) 讨论

1. 人机协同教学质量观的多元价值取向

质量是教育教学可持续发展的核心,教学质量的保障需要相关价值主体共同参与。研究总结的四类质量观体现了人机协同教学与传统教学的共性和根本差异,对智慧课程建设和发展具有重要价值。人机协同教学质量评价延续了传统教学评价中对学习成效、学习体验等的重视,进一步强调主体合作、机器设计、伦理安全等在人机协同场景下更为突出的元素。四类质量观中,协同整合型质量观与方海光等人基于共生理论构建人机协同教育系统^[10]的观点有共通之处,都

强调了人机协同教学是一个系统整体,系统内的教师、学生、机器应协调分工、角色互补、共存共生。成效导向型质量观体现出对教学成效达成这一核心目标的坚守,即教学目标的完成情况和学习效果的提升水平。体验驱动型质量观认为机器加入后教学的满意度与趣味性应有所提升,且师生的主观感受和切身体验应是教学设计者和产品研发者的实践根基与着力点。技术效能型质量观聚焦于智能机器这一“新主体”,机器的功能设计、工作方式及应用效果成为评价的新焦点。总体来说,质量观反映了不同主体对人机协同教学质量的价值理念和真实需求,将影响人机协同教学的实施效果与发展方向,也为评价人机协同教学提供了多元角度和重要依据。

2. 评价框架应涵盖“师—机—生”全要素协同

本研究不仅关注学习者的学习效果和体验,还关注教学者的参与度、价值感,能够突破以往关注单一教学主体(学习者为主)的评价思路,主张构建综合“教师—机器—学生”三大教学主体的过程性和结果性表现要素的评价工具。在兼顾多元主体质量观的人机协同教学质量评价框架中,目标、效率、效果、体验维度是已有教学评价研究较为关注的。此外,评价框架还包含人机协同场景下特有的评价维度,即协同策略和协同伦理。协同策略维度不仅关注课堂教学策略,也关注人机协同教学中各主体的分工策略,要求人机间呈现角色差异但应彼此互补。例如,李艳等人分析了人机协同活动中不同主体的角色定位,发现师生扮演关键意见提供者、专业知识支持者等角色^[4],机器扮演个性资源提供者、书面语言规范者等角色。协同伦理维度从数据安全、责任界定、内容平等的角度出发,直面技术协同教学过程的核心风险,回应了已有研究中提到的问责风险、隐私安全、偏见风险、过度信任等^[10]问题。

总的来说,人机协同教学并非简单地将智能机器加入课堂教学,而是在协同中形成了一种新的主体互动关系和协作共生模式。在参考人机协同教学质量评价框架的基础上,课程建设者与管理者还可以重点关注核心质量要素,从教学目标、实施效果、师生体验、协作策略、伦理安全等方面开展设计、评价、反思与优化课程,充分发挥“教师—机器—学生”三大主体的优势互补效应。

六、结束语

本研究综合教学者、学习者、研究者、研发者四类价值主体对中小学人机协同教学的质量观,整合人机

协同教学的复杂多维质量要素构建了质量评价框架。该框架有助于发展教育数字化转型背景下的智能教育评价理论,为义务教育阶段人机协同教学的可持续发展提供评价工具。研究还存在一定局限,例如,未形成与真实数据相映射的评价指标体系,未结合不同学

科或教学场景进行指标细化和质量要素适用性说明。未来研究应进一步构建可量化的质量评价体系,采用专家主观赋权和机器客观赋权的双向数据驱动研究范式,整合领域专家经验和真实教学数据,提高评价指标构建与赋权的科学性。

[参考文献]

- [1] 钱学森,于景元,戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志,1990(1):3-10,64.
- [2] 余胜泉,王琦. “AI+教师”的协作路径发展分析[J]. 电化教育研究,2019,40(4):14-22,29.
- [3] 郭炯,荣乾,郝建江. 国外人工智能教学应用研究综述[J]. 电化教育研究,2020,41(2):91-98,107.
- [4] 李艳,许洁,孙丹. 研究生人机协同教学设计实践及效果研究[J]. 现代远程教育,2024(5):59-69.
- [5] 汪时冲,方海光,张鸽,等. 人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”研究——兼论“人机协同”教学设计与未来展望[J]. 远程教育杂志,2019,37(2):25-32.
- [6] 王良辉,夏亮亮,何文涛. 回归教育学的精准教学——走向人机协同[J]. 电化教育研究,2021,42(12):108-114.
- [7] 李海峰,王炜. 人机争论探究法:一种争论式智能会话机器人支持的学生高阶思维能力培养模式探索[J]. 电化教育研究,2024,45(3):106-112,128.
- [8] 黄荣怀,刘德建,阿罕默德·提利利,等. 人机协同教学:基于虚拟化身、数字孪生和教育机器人场景的路径设计[J]. 开放教育研究,2023,29(6):4-14.
- [9] DÍAZ B, NUSSBAUM M. Artificial intelligence for teaching and learning in schools: the need for pedagogical intelligence [J]. Computers & education, 2024,217:105071.
- [10] 方海光,孔新梅,刘慧薇,等. 基于共生理论的人机协同教育主体合作博弈及其优化策略研究[J]. 电化教育研究,2024,45(1):21-27.
- [11] BOGINA V, HARTMAN A, KUFLIK T, et al. Educating software and AI stakeholders about algorithmic fairness, accountability, transparency and ethics[J]. International journal of artificial intelligence in education, 2022,32(3):808-833.
- [12] 王辞晓,徐珺岩,郭利明,等. 多场景人机协同在线教学评价框架研究——基于层次分析法和熵权法的分析[J]. 现代教育技术,2023,33(1):74-82.
- [13] 李爽,刘紫荆,郑勤华. 智能时代数据驱动的在线教学质量评价探究[J]. 电化教育研究,2022,43(8):36-42,76.
- [14] ZHAO J H, YANG Q F, LIAN L W, et al. Impact of pre-knowledge and engagement in robot-supported collaborative learning through using the ICAPB model[J]. Computers & education, 2024,217:105069.
- [15] STRAUSS A L, CORBIN J. Basics of qualitative research?: grounded theory procedures and techniques [M]. Newbury Park: SAGE Publications, 1990.
- [16] LI S, GU X. A risk framework for human-centered artificial intelligence in education[J]. Educational technology & society, 2023,26(1):187-202.

Research on the Quality Evaluation Framework for Human-Machine Collaborative Teaching in Primary and Secondary Schools: Integrating Multiple Stakeholder Quality Perspectives

WANG Cixiao¹, WU Xiaobei², SHANG Junjie²

(1.Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875;

2.Graduate School of Education, Peking University, Beijing 100871)

[Abstract] The rapid development of intelligent technology has gradually made human-machine

(下转第 98 页)

and secondary schools as the research object, with Shenzhen's "1+4" model as a specific case, and explores the optimal path for collaboratively advancing AI education in primary and secondary schools by analyzing the interaction logic between its technical and social elements. It constructs a "technology-society-organization" collaborative ecosystem framework for AI education in primary and secondary schools. Through the closed-loop linkage mechanism of "technology empowering social collaboration, social collaboration driving organizational optimization, and organizational optimization in turn feeding back technological iteration", it promotes the joint participation of all sectors of society in AI education in primary and secondary schools, forming a new ecosystem of collaborative education across the whole society. Furthermore, taking Shenzhen's "1+4" model as an example, this paper analyzes its practical path, which centers on curriculum outline and integrates technological platforms, open scenarios and curriculum-teacher systems, and verifies its effectiveness with quantitative data. The findings indicate that Shenzhen's model achieves systemic breakthroughs in educational resource integration, multi-stakeholder collaboration and curriculum-teacher optimization through deep synergy among technological, social and organizational subsystems. This study provides an effective analytical paradigm and a replicable practical framework for advancing AI education in primary and secondary schools.

[Keywords] AI Education in Primary and Secondary Schools; Education Powerhouse; Curriculum Outline; Social Collaboration; Resource Integration

(上接第 90 页)

collaboration a mainstream teaching paradigm in basic education. This paper extracts the quality perspectives and quality elements of human-machine collaborative teaching in primary and secondary schools by interviewing four types of stakeholders: educators, learners, researchers, and developers. It then constructs a quality evaluation framework that takes into account the needs and differences among these stakeholders. Through thematic analysis and coding statistics of interview texts from a total of 20 participants, the study identified four quality perspectives on human-machine collaborative teaching: the collaborative integration-oriented, the outcome-oriented, the technology efficiency-oriented and the experience-driven. All stakeholders hold the outcome-oriented quality perspective. Combined with the Delphi expert consultation with 14 experts, the final quality evaluation framework for human-machine collaborative teaching in primary and secondary schools was determined to include six dimensions: collaborative objectives, collaborative strategies, collaborative efficiency, collaborative effects, collaborative experience and collaborative ethics. Each dimension contains three quality elements, among which effectiveness, complementarity, personalization, interactivity, and satisfaction are core quality elements. The quality perspectives and evaluation framework with multiple value orientations can provide a design basis and evaluation approach for the classroom teaching practice and sustainable development of intelligent education in China's basic education stage.

[Keywords] Human-Machine Collaborative Teaching; Artificial Intelligence; Basic Education; Classroom Teaching; Teaching Evaluation