

技术赋能学习了吗?

——学习者使用技术对学习体验的影响

彭红超¹ 赵佳斌² 闫寒冰¹

(1. 华东师范大学 开放教育学院, 上海 200062; 2. 华东师范大学 教育学部 教育信息技术学系, 上海 200062)

【摘要】 智慧课堂作为智慧学习环境范式,追求利用技术优势帮助学习者获得良好的学习体验,然而技术如何影响学习体验,未发现有研究给出明确的回答。对此,本研究随机调查了六个省市在智慧课堂学习的1775名中小學生,构建了由技术使用、学习行为、学习体验、学生凝聚力、教师公平对待等变量组成的中介模型,探究其影响机制。通过高阶因素、结构方程、潜调节结构方程等方法分析数据,本研究发现:1)在智慧课堂中使用技术能够正向影响学生的学习体验;2)这种影响是通过影响学习行为间接实现的(即学习行为具有传导性);3)学习者的凝聚力和感受到的教师公平对待均在这种间接影响的前半路径(即技术使用影响学习行为这一路径)中具有显著的正向调节效应。本研究还发现,相比2015年,智慧课堂的质量有了实质性的提升;数据获取、自主学习、探究学习和合作学习成为智慧课堂的主要学习行为。这些发现能够对优化智慧课堂建设及其教学创新提供启示。

【关键词】 智慧课堂;技术使用;学习体验;技术赋能;学习行为

【中图分类号】 G434

【文献标识码】 A

【文章编号】 1007-2179(2022)02-0110-11

一、引言

智慧教育已成为引领我国未来教育发展的潮流和趋势。《教育信息化2.0行动计划》指出,要将“构建智慧学习环境”作为提升教育质量的重要方向。自2018年国家启动智慧教育创新发展行动以来,全国涌现出一大批智慧教育实验校,创建了有校本特色的智慧课堂。十年来,智慧课堂已发展至示

范发展阶段(中华人民共和国教育部,2018),表现为以智慧教室为代表的智慧学习空间初具规模:教室有云计算、大数据、人工智能等技术的支持,并配有移动智能终端,师生可进行良好的交互;教师能够明晰智慧的涵义,真正以学生智慧发展为目标开展教学设计;学生的高阶思维能力与问题解决能力能在精心设计的活动中不断发展。

智慧课堂作为智慧教育的环境范式,是传感技

【收稿日期】2021-10-07 **【修回日期】**2021-12-14 **【DOI编码】**10.13966/j.cnki.kfjyyj.2022.02.012

【基金项目】中央高校基本科研业务费项目“智慧教育中教师与AI协同的教学决策策略研究”(2021ECNU-YYJ030);中央高校基本科研业务费项目“教师深度学习交互研究”(2020ECNU-HLYT067)。

【作者简介】彭红超,博士,助理研究员,华东师范大学开放教育学院,研究方向:多模态支持的教师发展专业化、技术赋能的智慧学习生态、精准教学、深度学习及数据智慧等(hongchao5d@qq.com);赵佳斌,硕士研究生,华东师范大学教育信息技术学系,研究方向:信息化教与学变革、多模态支持的多媒体学习(51204108034@stu.ecnu.edu.cn);闫寒冰(通讯作者),博士,教授,博士生导师,华东师范大学开放教育学院,研究方向:信息化教与学变革、教师培训专业化、在线教育质量管理(hbyan@dec.ecnu.edu.cn)。

【引用信息】彭红超,赵佳斌,闫寒冰(2022).技术赋能学习了吗?——学习者使用技术对学习体验的影响[J].开放教育研究,28(2):110-120.

术、通信技术、人工智能技术(如智能交互、数据智能分析、情境感知技术)等先进技术与平板电脑、交互式白板、投影仪、智能导师系统等智能教学媒体增强的虚实混合的课堂环境(彭红超,2019)。技术与媒体使智慧课堂既能关注每位学生的学习,也能照顾学生群体间的互动(De et al.,2019)。在此基础上,智慧课堂能够响应学生的学习需求,提供适性的学习支持、个性化的帮助(Li et al.,2015)。因此,理论上讲,智慧课堂的学习者具有获得美好适宜的个性化学习服务和体验的更大可能。

然而,关注学习者在智慧课堂中学习体验的研究较少(胡永斌等,2016),且绝大部分是理论层面的探讨,如含义、要素与激活图式(沈夏林等,2019)。少数涉及调查和实验的研究,也只是简单地检验智慧课堂中学习体验的水平与满意度(Du et al.,2017;徐晶晶等,2018),未系统地探究其影响机制。本研究聚焦技术使用,并综合考虑学习行为、学习者凝聚力和教师公平对待等要素,深度探究其影响学习体验的机制,包括直接或间接影响路径(涉及学习行为)以及这种路径是否受关系维度(涉及学习者凝聚力和教师公平对待)的影响。

二、研究假设

智慧教育主张借助技术的优势促进学习者的可持续发展体验,丰富的技术支持是智慧课堂的重要特征之一(黄荣怀等,2012)。这符合世界各国教育信息化的国策——技术能够提供适宜的学习体验,满足学习者的学习需要。

(一) 技术使用对学习体验的影响

学习体验是学习者在学习过程中或完成后对学习环境、学习活动和学习支持服务等教与学要素的主观感受与情感反映。将技术融入课堂教学可以增强学习者的学习体验(Ioannou & Ioannou, 2020)。

研究表明,具备情感情境唤醒功能的多媒体环境,能够正向影响学习者的情感体验,提高学习投入(Kwok et al.,2011),特别是虚拟现实等仿真技术,能够显著改善学习者的物理沉浸感(刘革平等,2021),增强其心流体验。此外,研究者还发现技术工具在教学中的使用能够增加师生、学生和学习内容的多样互动体验(Pérez-delHoyo et al.,2020),比如智慧黑板带来的投票、竞答等即时互动体验,绘图

工具带来的内容的直观即视体验。实证研究表明,学生对前者体验持积极态度(Sad,2012),对后者体验在满意度与便利性等方面也给予较高评价(Jou et al.,2016)。在支持服务方面,研究者同样发现技术使用具有提供满意体验的潜力,如姜强等(2018)发现大数据技术的使用,有可能提供满意的个性化学习体验;沈(Shen,2014)发现提供实时反馈体验的课程具有吸引力。基于此,本研究提出以下假设:

H1:智慧课堂的技术应用能够影响学习者的学习体验。

(二) 学习行为的作用及其构成

信息技术作为学习工具与环境,能够引发学习行为的变革。研究表明,在丰富的技术支持下,自主、合作、探究等学习行为可以得到了广泛的支撑,如人工智能技术可以促进语言学习者的自主学习(洪常春,2018),改进后的粒子群优化算法能够帮助教师规划不同的合作学习过程(Lin et al.,2010)。Web 2.0 技术可以促进医学生在合作学习中精准地做出临床推理(Gherib,2021),ThinknLearn 软件能够帮助学习者在科学探究中更好地做出科学假设(Ahmed,2013),平板电脑的使用能够提升 STEM 探究性教与学行为的成效(Henderson-Rosser & Sauers,2017)。

另一方面,自主、合作、探究等学习行为具有主动、互动和开放等优势,能让学习者获得更好的学习体验(Husni,2020)。研究表明,自主学习在 3D 设计课程中让学习者对建模体验更满意(Liu et al.,2020),合作在项目学习中让学习者获得更高的参与感、满意度(O'Sullivan et al.,2017),探究在生物静电学实验中让学生态度更积极(Suwondo & Wulandari, 2013)。自主、探究、合作带来的高参与感、满意度与热情,为积极学习体验的形成提供了有利条件。

综上,技术应用能够改变学习者的学习行为,而不同的学习行为可能会产生不同的学习体验。鉴于此,本研究提出以下假设:

H2:智慧课堂中的学习行为在技术使用对学习体验的影响中具有中介作用。

自主、合作、探究是基础教育倡导的学习行为。李克东教授(2001)认为,信息技术赋能的数字化学习环境有一种新型的学习行为:利用数据资源的学

习。随着技术与教育的创新式融合应用,这四种数字化学习行为似乎已成为智慧课堂的主要学习活动(于颖等,2015)。有研究还发现它们相关系数较高(Li et al., 2015),具有高度的一致性和内在统一性(林众等,2011)。鉴于此,本研究重点关注智慧课堂中的数据获取、自主学习、探究学习和合作学习四种行为,并提出以下假设:

H3: 数据获取、自主学习、探究学习和合作学习构成学习行为的二阶因子。

(三) 学习者凝聚力与教师公平对待的作用

课堂学习环境存在物理维度和关系维度,关系维度是智慧课堂环境关注的内容(刘邦奇等,2018)。以往研究中,教师的公平对待和学习者之间的凝聚力是关系维度的重要研究变量(Aslam et al., 2018)。

学习者凝聚力衡量的是学习者了解、帮助和支持彼此的程度,它是合作、探究等学习行为的核心要素与基础,具有高凝聚力的学习者在合作探究学习中更容易成功(王坦,2005)。凝聚力会影响学习行为(Thornton & Perry, 2020)。研究者发现利用计算机辅助语言学习时,凝聚力会影响合作意识与行为(张璇,2006);在技术支持的异步在线学习中,凝聚力对课堂交互行为有重要影响(李梅等,2016);在技术支持的合作学习中,群体凝聚力能提高学习者的参与行为(Wang et al., 2009)。可见,在技术支持的环境下,凝聚力是影响学习行为的关键因素。考虑到前面论述的“技术改变对学习行为”的作用,凝聚力对学习行为影响可能表现为此作用的调节。基于此,本研究提出以下假设:

H4: 学习者凝聚力在技术使用影响学习行为的路径中具有调节效应。

教师公平对待指学习者受到教师公平对待的程度,体现在课堂教学过程中教师的支持行为和互动程度的差异。研究表明,在技术支持的线上线下混合教学中,教师支持程度的差异显著影响了学习者学习行为(荆永君等,2021);在技术增强的网络协作学习中,有无教师的支持,会对学习者参与行为产生影响(Tsai, 2010);在VR支持环境下的探究活动中,师生互动的差异显著影响学习者的探究行为(Cheng & Tsai, 2019)。可见,教师的差异对待会导致技术支持的学习环境中学习行为的不同。鉴于前

面技术使用对学习行为作用的论述,公平对待对学习行为影响和凝聚力一样,可能表现为此作用的调节。鉴于此,本研究提出以下假设:

H5: 教师公平对待在技术使用影响学习行为的路径中具有调节效应。

综上,本研究构建了一个有调节的中介模型,探析智慧课堂中技术使用影响学习体验的机理(见图1)。具体讲,它主要考察智慧课堂情境下,1)技术使用是否是学习者学习体验的影响因素;2)学习行为是否在技术应用和学习体验中起中介作用;3)学习者凝聚力与教师公平对待对该中介作用的前半路径是否具有调节效应。

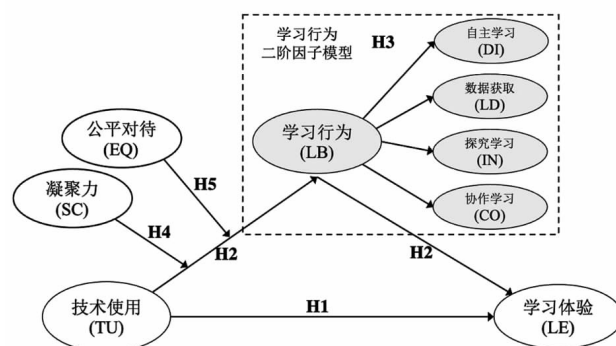


图1 智慧课堂中学习者的学习体验模型

三、调查对象、研究工具与方法

(一) 调研对象

本研究以六个省市在智慧课堂学习的三至九年级中小学生为调研对象,共发放1870份问卷,回收1775份,回收率为94.9%。其中,有效问卷1335份,有效率为75.2%。有效样本中,小学生占49.8%、中学生占51.2%,男生占52.7%、女生47.2%,平均年龄为14.7岁(SD=2.40)。

(二) 研究工具

本研究采用李等(Li, 2015)研发的智慧课堂量表(Smart Classroom Scale, SCS)。该量表依据智慧课堂的特点以及智能技术功能特性,通过筛选、修正一系列用于评测技术环境的题项编制而成,包括TROFLEI(Technology-Rich Outcomes-Focused Learning Environment Inventory), TICI(Technology Integrated Classroom Inventory)和CCEI(Computerized Classroom Ergonomic Inventory)。作为从学生感知角度评

估智慧课堂的调查表,智慧课堂量表由十个子量表构成(从1到5表示“几乎从不”到“几乎总是”),其克伦巴赫 α 信度系数(Cronbach's alpha coefficient)为0.92,是已被证实的有效研究工具。

本研究选用智慧课堂量表的技术使用(TU)、自主学习(DI)、数据获取(LD)、探究学习(IN)、合作学习(CO)、学生凝聚力(SC)、教师公平对待(EQ)和学习体验(LE)八个子量表,共26个题项。其中,技术使用已被证明是智慧课堂环境的核心特征,它构成了数据获取、自主学习、探究学习和合作学习等学习行为及学习体验的基础。

本研究采用双向翻译的方法,使智慧课堂量表的中文翻译与原版在表达与概念方面尽量匹配(Duda,1998)。初步分析数据显示,模型的拟合指数分别为: $\chi^2/df=2.33$, TLI=0.955, CFI=0.962, RMSEA=0.038, SRMR=0.054(建议值: $\chi^2/df<3$; TLI>0.9; CFI>0.9; RMSEA<0.08; SRMR<0.05),拟合指数均在建议值内,具有良好的结构效度。另外,计算得到的各维度成分信度均大于0.8,表明量表具有良好的一致性和可靠性。

(三)数据分析方法

本研究利用SPSS 23.0预处理收集到的原始数据,通过描述性统计与摘要独立样本t检验分析智慧课堂的质量,通过相关性分析初探智慧课堂各质量要素间的关系。之后,将预处理后的数据导入潜变量建模软件MPLUS 8.0,通过高阶因素分析检验智慧课堂中学习行为的构成(H3),通过结构方程模型分析(Structural Equation Modeling, SEM)检验智

慧课堂中的技术使用对学习体验的影响(H1)以及学习行为对此影响的中介作用(H2)。最后,本研究通过潜调节结构方程(Latent Moderated Structural Equations, LMS)分析检验智慧课堂中的学生凝聚力与教师公平对待在学习行为中介作用的前半路径中是否具有调节效应(H4和H5)。

(四)共同方法偏差检验

本研究所有数据均来自学习者的自我报告,有可能出现共同方法偏差。为避免此类系统误差,问卷采用匿名作答、题项随机呈现、个别答疑等控制措施。回收后的数据采用Harman单因素法检验其共同方法偏差(刘庆奇等,2017)——设定公因子数为1的验证性因子分析。分析结果显示,模型拟合指数未达到拟合良好的标准($\chi^2/df=14.60$, TLI=0.724, CFI=0.746, RMSEA=0.101, SRMR=0.083),因此,本研究收集的数据不存在严重共同方法偏差问题。

四、结果与分析

(一)智慧课堂质量与各要素间的关系

描述性统计、t检验与相关性分析结果见表一。研究发现,智慧课堂各质量要素的均值较高,说明智慧课堂质量良好。另外,对比李(2015)的调研结果,本研究发现近六年智慧课堂已有明显发展($0.000 \leq p < 0.003$),这一定程度上验证了智慧教育进入示范阶段后,智慧课堂正在发生质变。同时,智慧课堂的八个质量要素两两显著正相关($0.445 < r < 0.778$),所以,它们均是核心要素(MacKinnon

表一 智慧课堂各质量要素的描述性统计、t检验与相关性分析

因子	平均值 M		标准差 SD		p	Cohen's d	TU	DI	LD	IN	CO	SC	EQ
	2021	2015	2021	2015									
TU	3.73	2.97	1.29	1.23	0.000	0.60							
DI	3.72	2.60	1.29	1.16	0.000	0.83	0.715**						
LD	3.58	2.63	1.32	1.34	0.000	0.78	0.614**	0.682**					
IN	3.70	3.16	1.20	1.14	0.000	0.46	0.613**	0.699**	0.778**				
CO	3.57	3.37	1.26	1.09	0.003	0.17	0.581**	0.627**	0.722**	0.741**			
SC	4.36	4.18	1.05	0.98	0.002	0.17	0.447**	0.506**	0.445**	0.535**	0.462**		
EQ	4.11	3.82	1.15	1.17	0.000	0.24	0.472**	0.561**	0.538**	0.626**	0.578**	0.752**	
LE	4.07	3.51	1.18	1.15	0.000	0.48	0.552**	0.648**	0.595**	0.667**	0.616**	0.688**	0.752**

注:**表示 $p < 0.01$,p和Cohen's d(科恩d值)为此次数据与2015年数据做摘要独立样本t检验的结果。TU表示技术使用,DI表示自主学习,LD表示数据获取,IN表示探究学习,CO表示合作学习,SC表示学生凝聚力,EQ表示教师公平对待,LE表示学习体验。下同。

& Pirlott,2015)。本研究具备进一步分析的条件和价值。

(二)智慧课堂学习行为的构成

高阶因子分析的一、二阶因子模型及其对比分别见图2和表二。一阶因子模型中的自主学习、数据获取、探究学习和合作学习四个因子间的最低相关系数达0.770($p < 0.001$),这验证了二阶因子构建的可行性(见图2左侧)。在图2右侧的二阶因子模型中,四个一阶因子对二阶因子学习行为的载荷处在区间[0.846, 0.953] ($p < 0.001$)内,说明学习行为与四个一阶因子之间具有较强的相关性(见表二)。同时,它们之间的 R^2 值在0.501以上,说明学习行为可以较好地解释此四个一阶因子的变异性。综上可初步验证二阶因子学习行为的存在。

另外,计算二阶和一阶模型的目标系数为99.5%(见表二),远大于阈值90%,说明二阶因子

模型能够有效地解释四个一阶因子之间的组间关联,进一步支持了二阶因子的存在。

综上,二阶因子学习行为的存在具有理论和实证上的合理性。另外,由表二可知,一阶因子模型和二阶因子模型的整体拟合指标均达到良好的标准。在此情况下,按照简约原则,可以选用二阶因子模型。至此,本研究假设H3得到验证。

(三)测量模型的信效度检验

探究智慧课堂中技术使用对学习体验的影响机制前,须检验各测量模型的信效度。在学习行为二阶因子模型的构成分析基础上,假设模型(见图1)的技术使用(TU)、学生凝聚力(SC)、教师公平对待(EQ)、学习体验(LE)、学习行为(LB)五个潜变量的信效度分析结果见表三。各变量之间的相关性均显著,且聚合效度AVE的平方根大于该变量与其他变量的相关系数,表明测量模型区分效度良好。各

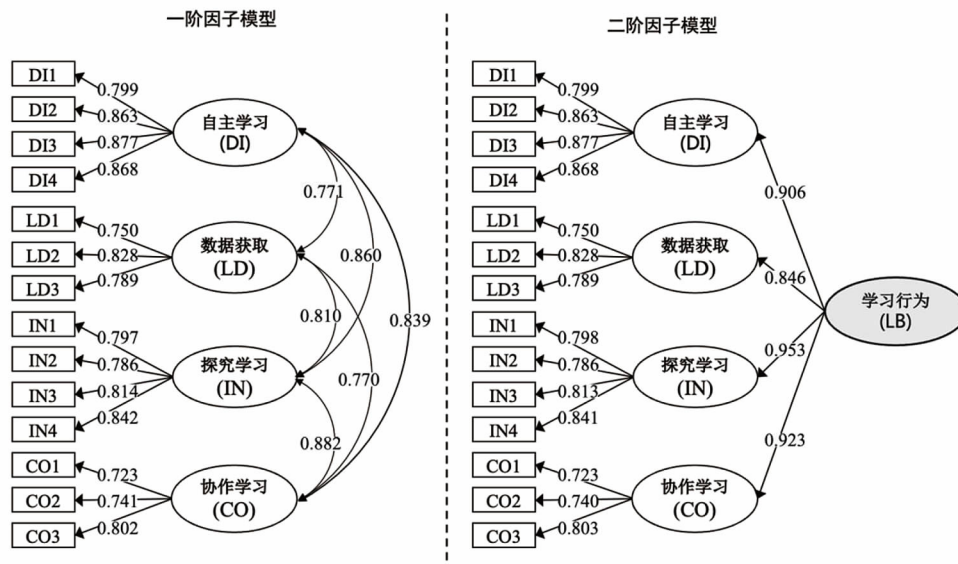


图2 一阶因子模型和二阶因子模型

表二 一阶因子和二阶因子模型对比

模型	因子	成分信度	聚合效度	拟合度	目标系数
一阶因子模型	DI	0.913	0.726	CMIN = 201.907***, RMSEA = 0.037, CFI = 0.983 TLI = 0.978, SRMR = 0.023 CMIN/DF = 2.843	99.5%
	LD	0.832	0.624		
	IN	0.884	0.655		
	CO	0.800	0.572		
二阶因子模型	LB	0.896	0.684	CMIN = 202.905***, RMSEA = 0.037, GFI = 0.983 TLI = 0.978, SRMR = 0.023 CMIN/DF = 2.779	

注:***表示 $p < 0.001$ 。

测量题项的因子载荷量在 0.7 以上,无负的误差变异量,符合基本适配度标准;各测量项目的 R² 值在 0.40 以上,α 系数在 0.7 以上,成分信度和聚合效度在 0.5 以上,说明模型的内在适配度较好。测量模型的信效度检验符合标准,可进行下一步分析。

(四) 技术使用对学习体验的直接影响

本研究参照万杰等(2018)倡导的检验程序,检验技术使用对学习体验的直接效应是否显著(H1),构建技术使用为外生潜变量,学习体验为内源潜变量模型。结果显示,模型拟合良好($\chi^2/df = 2.018$, TLI=0.993, CFI=0.996, RMSEA=0.033, SRMR=0.016),且技术使用能显著正向影响学习者在智慧课堂的学习体验($\beta = 0.529$, SE = 0.039, $p < 0.001$, 95% CI = 0.451 ~ 0.598)。

(五) 学习行为的中介作用

本研究在模型中加入学习行为潜变量,检验学习行为是否对技术使用正向影响学习体验具有中介作用(H2)。模型检验显示,其拟合度良好: $\chi^2/df = 3.552$, TLI=0.957, CFI=0.963, RMSEA=0.044, SRMR=0.042。中介作用的检验采用较高统计效力的 Bootstrap 方法:在 Mplus8.0 中进行偏差校正的非参数百分位 Bootstrap 设置,包括 1000 次重复抽样和 95% 置信区间。

Bootstrap 检验结果表明,智慧课堂中的技术使

用对学习行为具有显著的正向影响($\beta = 0.775$, SE = 0.023, $p < 0.001$, 95% CI = 0.726 ~ 0.820),但不显著($\beta = -0.019$, SE = 0.055, $p = 0.732$; 95% CI = -0.135 ~ 0.087),学习行为对学习体验具有显著的正向影响($\beta = 0.806$, SE = 0.049, $p < 0.001$, 95% CI = 0.713 ~ 0.901)。间接效应检验的点估计 Z 值为 13.545,大于 1.96,且 Bootstrap 的 95% 置信区间检验均不包含 0,表明中介作用存在;直接效应检验点估计的 Z 值为 -0.342,小于 1.96,且 Bootstrap 的 95% 置信区间检验包含 0,表明直接效应不显著(见表四)。综上,假设模型为完全中介模型(中介效应为 0.624),即在技术使用和学习体验的关系中,学习行为起完全中介作用。至此,本研究的假设 H1 和 H2 得到检验。

(六) 学习者凝聚力与教师公平对待的调节效应

将学习者凝聚力和教师公平对待纳入模型后,研究采用相对无偏估计的潜调节结构方程检验它们对中介作用前半路径(技术使用到学习行为)的调节效果(H4)。

1. 学习者凝聚力的调节效应

在分析调节效应前本研究采取以下步骤(Maslowsky et al., 2015)判断是否满足分析条件:首先,建立不包含潜交互项“SC × TU”的基准模型, $\chi^2/$

表三 测量模型的信度、聚合效度与区别效度

潜变量 (题项数)	因子 载荷量	α 系数	R ²	成分 信度 CR	聚合 效度 AVE	区分效度				
						TU	SC	EQ	LE	LB
TU (3)	0.727 ~ 0.885 ***	0.838	0.41 ~ 0.68	0.885	0.598	0.829				
SC (3)	0.806 ~ 0.906 ***	0.907	0.57 ~ 0.75	0.909	0.769	0.483	0.877			
EQ (3)	0.808 ~ 0.921 ***	0.888	0.60 ~ 0.71	0.727	0.730	0.515	0.831	0.854		
LE (3)	0.796 ~ 0.873 ***	0.882	0.60 ~ 0.68	0.830	0.717	0.607	0.764	0.842	0.847	
LB (14)	0.716 ~ 0.909 ***	0.947	0.50 ~ 0.82	0.921	0.684	0.774	0.609	0.723	0.794	0.827

注:对角线加粗字体为聚合效度(AVE)之开根号值,下三角为因子的皮尔森(Pearson)相关。LB表示学习行为,其他同表一。

表四 学习行为的中介效应

技术使用→学习体验	点估计值	系数乘积检验			BOOTSTRAP = 1000, 95% 置信区间			
					误差修正		百分位数	
		标准误	Z 值	p 值	下限 2.5%	上限 2.5%	下限 2.5%	上限 2.5%
总效应	0.606	0.031	19.727	0.000	0.542	0.655	0.540	0.664
中介效应	0.624	0.046	13.545	0.000	0.543	0.702	0.542	0.717
直接效应	-0.019	0.055	-0.342	0.732	-0.135	0.087	-0.133	0.114

$df = 3.645$, $TLI = 0.932$, $CFI = 0.941$, $RMSEA = 0.038$, $SRMR = 0.055$, 组合指标表明模型拟合度良好;接着,建立包含潜交互项“ $SC \times TU$ ”的模型,其赤池信息量准则指数 $AIC = 86608.02$, 相比基准模型的 AIC 值(86613.78)减少 5.76, 表明有调节的中介模型相比基准模型有所改善,可以进行后续调节效应分析。

分析结果显示,学习者凝聚力能显著正向预测学习者学习行为($\beta = 0.299$, $SE = 0.037$, $p < 0.001$),且学习者凝聚力与技术使用的交互项对学习者的学习行为的预测作用也显著($\beta = 0.049$, $SE = 0.014$, $p < 0.001$)。后者说明学习者凝聚力能够调节技术使用对学习行为的影响,在中介作用的前半段路径上具有调节效应,假设 H4 得到验证。

接着,本研究采用简单斜率法分析学生凝聚力的调节效应。以学生凝聚力平均水平上下 1 个标准差为界限将学生分为低中高三组,采用分组回归分析不同水平的学生凝聚力调节技术使用对学习行为的影响。结果表明,三个凝聚力水平组的学生学习行为均随技术使用(即学生使用信息技术作为学习和获取信息工具的程度)的增加而呈显著上升趋势($\forall p < 0.001$),且低中高三组的技术使用对学习行为影响的标准系数(β 值)依次增大,分别为 0.50、0.55、0.60,表明学生凝聚力正向调节技术对学习行为的影响。

2. 教师公平对待的调节效应

研究建立不包含潜交互项“ $EQ \times TU$ ”的基准模型, $\chi^2/df = 3.823$, $TLI = 0.938$, $CFI = 0.946$, $RMSEA = 0.025$, $SRMR = 0.078$, 组合指标表明模型拟合情况良好;接着建立包含潜交互项“ $EQ \times TU$ ”的模型,其 $AIC = 87587.54$, 相比基准模型的 AIC 值(87592.85)减少 5.31, 表明加入调节变量教师公平对待后的有调节的中介模型比基准模型更好,可以进行后续调节效应分析。

结果显示,教师公平对待能显著正向预测学习者的学习行为($\beta = 0.433$, $SE = 0.044$, $p < 0.001$),且教师公平对待与技术使用的交互项对学习者的学习行为的预测作用显著($\beta = 0.046$, $SE = 0.022$, $p = 0.039$)。后者说明教师公平对待能够调节技术使用对学习行为的影响,在对中介作用的前半段上具有调节效应,假设 H5 得到验证。

研究采用简单斜率法进一步分析教师公平对待的调节效应,按照教师公平对待平均水平上下 1 个标准差为界限将学生分为低中高三组,并采用分组回归分析不同水平的教师公平对待调节技术使用对学习行为的影响。结果表明,三个公平对待组中的学生学习行为均随技术使用的提升呈显著的上升趋势($\forall p < 0.001$),且低中高三组的技术使用对学习行为影响的 β 值依次增大,分别为 0.42、0.50、0.56,说明教师对待学生越公平,其正向调节技术使用预测学习行为的作用越强。

五、结论与讨论

智慧课堂作为智慧学习环境的范式,强调丰富的技术使用、创新的学习方式和亲历的学习体验。本研究构建了有调节的中介模型,得到以下结论:

(一)智慧课堂的质量已有实质性提升

早期的智慧课堂主要由电子书包和翻转课堂(含电子白板、云平台等)组成,无论课前的自主学习还是课上的合作探究,其成效均比预期的差距大(李逢庆等,2021),因为当时的智慧课堂处在形变阶段,后期虽有大数据与人工智能技术的助力,但技术使用的目的仍以替代和扩增为主,课堂形态与教学结构并未因此有明显变化(祝智庭等,2018)。这也是李等(2015)发现智慧课堂在八大质量要素中均处于较低水平的主要原因。

本研究发现,相比李等(2015)的调研结果,今天的智慧课堂在八个质量要素方面均有实质性提升($0.000 < p < 0.003$)。这表明,进入教育信息化 2.0 后,技术在教学结构、学习方式、师生关系等方面的创新应用取得了显著成效(顾小清等,2021),技术促进教学调整与重构的作用正在发生。具体看,教师讲授辅以学生练习的高结构形式已很少出现,而低结构已成为智慧课堂高效实践的方向,且技术在其中突显出了更强的应用价值(管珏琪等,2019);智慧课堂中的自主、合作、探究学习方式更具有弹性与灵活性(黄荣怀等,2020),深度学习成为其核心价值,并且学习任务、学习活动、学习进程、教学决策四大灵活性(彭红超等,2021)已在技术的支持下表现出更好地促进深度学习的成效(彭红超,2019);师生关系由早期教师主导已转向以学生为主体,且学生凝聚力以及感受到的教师公平对待水平也显著

提升($p \in \{0.000, 0.002\}$),表现为技术拉近了学生间的距离,他们经常就学习内容与问题频繁在线互帮互助,学习过程中学生能够体会到教师的一视同仁。

(二)智慧课堂中技术使用间接显著影响学习者的学习体验

本研究发现,在智慧课堂中技术使用能够正向影响学生的学习体验($\beta = 0.529, p < 0.001$),但这种影响完全是间接的($\beta = -0.019, p = 0.732$),即技术使用通过显著影响学习行为($\beta = 0.775, p < 0.001$)影响学习体验($\beta = 0.806, p < 0.001$),学习行为具有传导效应。

按照技术促变教育的原理1与原理2,技术使用改变学生学习行为的原因因为技术提供了丰富的信息表征形式,改变了学生学习的时空结构(祝智庭,2014)。智慧课堂中,信息的表征大致有三个阶段:学习内容多媒体表征、学习情况的可视化表征和学习情境的虚拟仿真表征。其中,第二阶段正在诱发数字化后的听、讲、练等行为向以自主、合作、探究为主的深度学习行为转变,且此三者与数据获取均已成为智慧课堂中的主要学习行为($\forall R^2 \geq 0.501$)。而时空结构的改变,已成功促使同步与异步、线上与线下的学习行为发生并成为新常态,由此,一种新型的OMO(Online Merge Offline)教学模式:混成学习也随之而生。不过,技术带来的行为改变,不一定只产生积极作用。近年来基于电子产品的课堂学习已对学生的视力造成不良影响,有研究者开始探索技术支持的传统学习行为的回归问题,如电磁感应与光学点阵技术支持的传统书写(张晓梅等,2020)。

本研究发现,智慧课堂的学习行为主要从动机激发、技术易用性、亲历经验获得三个维度改善学习体验。智慧课堂的四种主要学习行为具有注重学生能动性、真实、富有挑战性特征。研究表明,真实、富有挑战性容易让学生感知到学习的效用,从而激发学习动机(Floyd,2009),特别是挑战的难度与能力水平相匹配时,这种动机能够得到有效维持,甚至能让学生产生忘我的“心流”体验(Csikszentmih & Flow,2008)。学生对能动性的感知也与内在动机显著相关,当学生认为自己有控制权时,他们学习会有动力(Claxton,2007)。从技术接受模型看(Teo,

2009),学生在以上四种学习行为中感觉到技术容易使用,说明学生对智慧课堂的现有技术接受良好,认为现有技术能够有效支持自己的自主、合作、探究学习。而智慧课堂中的学习行为能够让学生获得亲历经验的可能原因主要有两个:缄默引导与情境支持。一方面,借助大数据与可视化技术的支持,师生能够实时了解教与学状况,教师能够放心地将更多主动权交给学生,只在必要时和智能技术一起提供缄默式引导,学生也更容易主动求学;另一方面,AR/XR、全息投影、超清视频等支持的情境资源,能够仿真现实场景或放大微观世界,特别是在体感技术的支持下,学生还能与其交互,增强体验学习。刘革平等(2021)对手势交互虚拟实验对学习体验影响机制的研究已证实了这点。

(三)学习者凝聚力和教师公平对待在技术使用影响学习体验的路径中发挥部分调节效应

本研究发现,学习者凝聚力对技术使用影响学习行为这一中介路径具有调节效应(交互项 $\beta = 0.049, p < 0.001$),且为正向。这一结论验证了群体动力学理论关于凝聚力对学习行为具有重要影响的观点(张立新等,2011)。在智慧课堂环境中,由于时空结构的变化、教学模式的革新,学生之间的凝聚力特质更重要(王小根等,2020),而凝聚力促变学习行为的主要原因可能是它增强学生之间的情感归属以及学生之间的目标动机(胡凡刚等,2013)。从前者看,学生成员的信任感、归属感越高,合作探究活动会表现出更强的团体性与小组性(柳瑞雪等,2016)。从后者看,凝聚力高的学习团队的目标一致性也高,团队成员也表现出更强烈的动机,努力采用不同的活动完成学习。目标不同会导致技术支持的混合教学中的学习行为差异(曹梅,2020)就是佐证。

本研究发现,在以学习行为为中介的技术应用对学习体验的关系中,教师公平对待在前一半段路径中具有正向调节影响(低中高高三组 β 值依次为0.42、0.50、0.56)。在智慧课堂中,公平民主是教师作为组织者和引领者极具优越性的领导方式,其主要表现为教师对学生公平对待,包括“平等尊重”和“平等机会”。平等尊重指尊重学生的个体差异。尊重差异体现在融合技术优势开展多元评价(杨鑫等,2021),追求对学生的精准个性化指导,从而激

发学习者合作探究等行为的积极性。平等机会在智慧课堂中又可分活动机会平等和学习支持平等。前者表现为学生利用技术与资源开展合作交流和分享展示的机会,让学生能够在深度思考与自由表达中形成自主、合作、探究等学习行为。后者不仅表现在帮助学习者掌握智慧课堂中的新型技术,还体现在解答学生参与探究合作过程中遇到的问题。

[参考文献]

- [1] Ahmed, S., & Parsons, D. (2013). Abductive science inquiry using mobile devices in the classroom[J]. *Computers & Education*, 63: 62-72.
- [2] Aslam, U., Muqadas, F., Imran, M. K., & Rahman, U. U. (2018). Investigating the antecedents of work disengagement in the workplace[J]. *Journal of Management Development*, 37(2): 149-164.
- [3] Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2019). A case study of immersive virtual field trips in an elementary classroom: Students' learning experience and teacher-student interaction behaviors[J]. *Computers & Education*, 140: 1-15.
- [4] Claxton, G. (2007). Expanding young people's capacity to learn[J]. *British Journal of Educational Studies*, 55(2): 115-134.
- [5] Csikszentmih, M. (2008). *Flow: The psychology of optimal experience*[M]. New York: Harper Perennial: 209-226.
- [6] 曹梅(2020). 大学生混合学习行为表现及其作用机制[J]. *现代远程教育*, (1): 62-68.
- [7] De Oca, A. M. M., Nistor, N., Dascalu, M., & Trausan-Matu, S. (2014). Designing smart knowledge building communities[J]. *Interaction Design and Architecture(s)*, 22: 9-21.
- [8] Du, J., Wang, X., Geng, M., & Huang, R. (2017). Manage learning space to improve learning experience: Case study in Beijing Normal University on classroom layout[C]. Timisoara: In 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). IEEE.
- [9] Duda, J. L., & Hayashi, C. T. (1998). Measurement issues in cross-cultural research within sport and exercise psychology[M]. Morgantown: *Fitness Information Technology*: 471-483.
- [10] Floyd, K. S., Harrington, S. J., & Santiago, J. (2009). The effect of engagement and perceived course value on deep and surface learning strategies[J]. *Informing Science: The International Journal of An Emerging Transdiscipline*, 12: 181-190.
- [11] Gherib, T., & Bouhadada, T. (2021). Towards a new platform based on Web 2.0 technologies supporting collaborative clinical reasoning behavior skills[J]. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(8): 106-131.
- [12] 顾小清, 杜华, 彭红超, 祝智庭(2021). 智慧教育的理论框架, 实践路径, 发展脉络及未来图景[J]. *华东师范大学学报(教育科学版)*, 39(8): 20.
- [13] 管珏琪, 陈渠, 楼一丹, 祝智庭(2019). 智慧教室环境下的课堂教学结构分析[J]. *电化教育研究*, 311(3): 77-84.
- [14] Henderson-Rosser, A., & Sauer, N. J. (2017). Analyzing the effects of one-to-one learning on inquiry-based instruction[J]. *Computers in the Schools*, 34(1-2): 107-123.
- [15] Husni, H. (2020). The effect of inquiry-based learning on religious subjects learning activities: An experimental study in high schools[J]. *Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 8(1): 43-54.
- [16] 洪常春(2018). 人工智能时代大学英语生态教学模式构建研究[J]. *外语电化教学*, (6): 29-34.
- [17] 胡凡刚, 郑会云, 刘玮, 谢坤, 张洪孟(2013). 教育虚拟社区凝聚力影响因素的实证分析[J]. *中国电化教育*, (11): 44-53.
- [18] 胡永斌, 黄荣怀(2016). 智慧学习环境的学习体验: 定义, 要素与量表开发[J]. *电化教育研究*, (12): 67-73.
- [19] 黄荣怀, 汪燕, 王欢欢(2020). 未来教育之教学新形态: 弹性教学与主动学习[J]. *现代远程教育研究*, 32(3): 3-14.
- [20] 黄荣怀, 杨俊锋, 胡永斌(2012). 从数字学习环境到智慧学习环境[J]. *开放教育研究*, 18(1): 75-84
- [21] Jou, M., Tennyson, R. D., Wang, J., & Huang, S. Y. (2016). A study on the usability of E-books and APP in engineering courses: A case study on mechanical drawing[J]. *Computers & Education*, 92: 181-193.
- [22] 姜强, 赵蔚, 李松, 王朋娇. (2018). 大数据背景下的精准个性化学习路径挖掘研究: 基于 AprioriAll 的群体行为分析[J]. *电化教育研究*, 39(2): 45-52.
- [23] 荆永君, 李昕, 姜雪(2021). 在线学习行为意向影响因素分析及后疫情时代的教育启示[J]. *中国电化教育*, (6): 31-38.
- [24] Kwok, R., Chi-Wai, Cheng, S. H., Ho-Shing Ip, H., & Kong, J., Siu-Lung (2011). Design of affectively evocative smart ambient media for learning[J]. *Computers & Education*, 56(1): 101-111.
- [25] Ioannou, M., & Ioannou, A. (2020). Technology-enhanced embodied learning[J]. *Educational Technology & Society*, 23(3): 81-94.
- [26] Li, B., Kong, S. C., & Chen, G. (2015). Development and validation of the smart classroom inventory[J]. *Smart Learning Environments*, 2(1): 1-18.
- [27] Lin, Y. T., Huang, Y. M., & Cheng, S. C. (2010). An automatic group composition system for composing collaborative learning groups using enhanced particle swarm optimization[J]. *Computers & Education*, 55(4): 1483-1493.
- [28] Liu, B., Wu, Y., Xing, W., Guo, S., & Zhu, L. (2020). The role of self-directed learning in studying 3D design and modeling[J]. *Interactive Learning Environments*, (4): 1-14.
- [29] 李逢庆, 王政, 尹苗(2021). 智慧课堂的嬗变与趋向[J]. *现代教育技术*, 31(9): 13-19.
- [30] 李克东(2001). 数字化学习(上): 信息技术与课程整合的核心[J]. *电化教育研究*, (8): 46-49.
- [31] 李梅, 杨娟, 刘英群(2016). 同伴在线互助学习交互行为分析[J]. *中国电化教育*, (5): 91-97.
- [32] 林众, 冯瑞琴, 罗良(2011). 自主学习合作学习探究学习

的实质及其关系[J]. 北京师范大学学报:社会科学版,(6): 30-36.

[33]刘邦奇,李鑫(2018). 基于智慧课堂的教育大数据分析与应用研究[J]. 远程教育杂志,36(3): 84-93.

[34]刘革平,高楠(2021). 手势交互虚拟实验对学习体验的影响机制[J]. 现代远程教育研究,33(2): 22-32+72.

[35]刘庆奇,牛更枫,范翠英,周宗奎(2017). 被动性社交网站使用与自尊和自我概念清晰性:有调节的中介模型[J]. 心理学报,49(1): 60-70.

[36]柳瑞雪,石长地,孙众(2016). 网络学习平台和移动学习平台协作学习效果比较研究[J]. 中国远程教育,(11): 43-52.

[37]MacKinnon, D. P., & Pirlott, A. G. (2015). Statistical approaches for enhancing causal interpretation of the M to Y relation in mediation analysis[J]. *Personality and Social Psychology Review*, 19(1): 30-43.

[38]Maslowsky, J., Jager, J., & Hemken, D. (2015). Estimating and interpreting latent variable interactions: A tutorial for applying the latent moderated structural equations method[J]. *International Journal of Behavioral Development*, 39(1): 87-96.

[39]OSullivan, D., Krewer, F., & Frankl, G. (2017). Technology enhanced collaborative learning using a project-based learning management system[J]. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 9(1): 14-36.

[40]Pérez-delHoyo, R., Mora, H., Martí-Ciriquián, P., Pertegal-Felices, M., & Mollá Sirvent, R. (2020). Introducing innovative technologies in higher education: An experience in using geographic information systems for the teaching-learning process[J]. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(5): 1110-1127.

[41]彭红超,祝智庭(2021). 面向智慧课堂的灵活深度学习设计框架研制[J]. 现代远程教育研究,33(1):38-48.

[42]彭红超(2019). 智慧课堂环境中的深度学习设计研究[D]. 上海:华东师范大学,10,154-171.

[43]Sad, S. N. (2012). An attitude scale for smart board use in education: Validity and reliability studies[J]. *Computers & Education*, 58(3): 900-907.

[44]Shen, C. W., Wu, Y. C. J., & Lee, T. C. (2014). Developing a NFC-equipped smart classroom: Effects on attitudes toward computer science[J]. *Computers in Human Behavior*, 30: 731-738.

[45]Suwondo, S., & Wulandari, S. (2013). Inquiry-based active learning: The enhancement of attitude and understanding of the concept of experimental design in biostatics course[J]. *Asian Social Science*, 9(12): 212.

[46]沈夏林,邓倩,刘勉(2019). 智慧课堂学习体验:技术赋能身体图式的唤起[J]. 电化教育研究,40(9): 75-82.

[47]Teo, T. (2009). Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers[J]. *Computers & Education*, 52(2): 302-312.

[48]Thornton, C., Miller, P., & Perry, K. (2020). The impact of group cohesion on key success measures in higher education[J]. *Journal of Further and Higher Education*, 44(4): 542-553.

[49]Tsai, C. W. (2010). Involving students in a blended course via teacher's initiation in Web-enhanced collaborative learning[J]. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 13(5): 577-580.

[50]Wang, S. L., Hwang, G. H., Chu, J. C., & Tsai, P. S. (2009). The role of collective efficacy and collaborative learning behavior in learning computer science through CSCL[J]. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(3): 352-352.

[51]万杰,温忠麟(2018). 基于结构方程模型的有调节的中介效应分析[J]. 心理科学,(2): 475-483.

[52]王坦(2005). 合作学习的理论基础简析[J]. 课程. 教材. 教法,(1): 30-35.

[53]王小根,杨爽(2020). 群体动力学视角下的协作知识建构活动探究[J]. 现代教育技术,235(11): 56-62.

[54]徐晶晶,田阳,高步云,庄榕霞,杨澜(2018). 智慧教室中基于学习体验的学习者满意度研究[J]. 现代教育技术,28(9): 40-46.

[55]杨鑫,解月光(2021). 智能时代课堂变革图景:智慧课堂及其构建策略[J]. 电化教育研究,42(4):12-17+52.

[56]于颖,周东岱(2015). 走向智慧:智慧型自主探究与协作式教学模式探析——基于第十二届全国小学信息技术与教学融合优质课大赛的思考[J]. 电化教育研究,36(11): 26-32.

[57]张立新,李茂林(2011). 群体动力学视域下虚拟班级管理策略的研究[J]. 远程教育杂志,(6): 39-43.

[58]张晓梅,胡钦太,田雪松,刘思琪(2020). 智慧课堂教学新形态:纸笔数字书写技术教学应用[J]. 现代远程教育研究,163(1): 78-84.

[59]张璇(2006). 计算机辅助协作语言学习的理论基础及其影响因素分析[J]. 外语电化教学,(4): 30-35.

[60]中华人民共和国教育部(2018). 教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知[EB/OL]. [2020-05-16]. http://www.moe.gov.cn/srscite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.

[61]祝智庭,管珏琪(2014). 教育变革中的技术力量[J]. 中国电化教育,(1): 1-9.

[62]祝智庭,魏非(2018). 教育信息化2.0:智能教育启程,智慧教育领航[J]. 电化教育研究,39(9): 5-16.

(编辑:赵晓丽)

Has Technology Empowered Learning? A Study on the Impact of Learners' Technology Usage on Learning Experience in Smart Classroom

PENG Hongchao¹, ZHAO Jiabin² & YAN Hanbing¹

- (1. School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China;
2. Department of Education Information Technology, Faculty of Education,
East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: *As a paradigm of a smart learning environment, the smart classroom pursues the use of technological advantages to help learners obtain a better learning experience. However, no research clearly understands how technology usage impacts the learning experience. In response, 1,775 primary and middle school students who participated in smart classroom learning from 6 provinces and cities were randomly surveyed. A moderated mediation model composed of variables such as technology usage, learning behaviors, learning experience, students cohesiveness, and teacher's equitable treatment is constructed to explore the impact mechanism of learners' technology usage on learning experience in smart classrooms. The study analyzes the survey data through statistical methods such as higher-order factor analysis, structural equations, and latent moderated structure equations. It is found that: 1) The technology usage in smart classrooms can positively impact the learning experience of students, 2) but this kind of impact is totally realized indirectly by influencing learning behavior (that is, learning behavior is conductive); 3) The students' cohesiveness and the teacher's equitable treatment both have a significant positive moderated effect in the first half of this indirect influence path (a. k. a. the path in which the technology usage impacts learning behaviors). In addition, this study also found that the quality of smart classrooms has substantially improved compared to the year 2015, and learning data acquisition, self-directed learning, inquiry learning, and cooperative learning have become the main learning behaviors of smart classrooms. It is hoped that these findings can provide valuable enlightenment to further optimize the construction and teaching innovation in smart classrooms.*

Key words: *smart classroom; technology usage; learning experience; technology empowerment; learning behaviors*