

智能体赋能的游戏化学习模式：学习效果、学习体验及其作用机制研究

Agent-Supported Game-Based Learning: Effects on Learning Outcomes, Learning Experience, and Mechanism

茹琦琦¹, 罗恒^{1*}

¹ 华中师范大学人工智能教育学部

* luoheng@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 游戏化学习作为一种新兴学习方式，已在教育领域得到广泛应用。随着生成式人工智能的发展，智能体为游戏化学习提供了新的支持方式，但相关实证研究仍较为有限。本研究基于游戏化学习整合设计框架，构建智能体赋能的游戏化学习模式，并通过对照实验考察其对学习者知识水平和学习体验的影响。研究结果表明，该模式能够促进学习者对知识的结构化理解，提升行为投入和继续使用意愿，但在学习动机等方面未表现出显著优势。进一步分析表明，该模式的作用机制在于技术支持与“反馈”、“情境叙事”和“角色陪伴”等游戏化要素的协同作用。

【关键词】 游戏化学习；智能体；学习成效；学习体验

Abstract: Game-based learning, as an emerging learning approach, has been widely applied in education. With the development of generative artificial intelligence, intelligent agents provide new support for game-based learning. However, empirical research in this area remains limited. Based on the integrated design framework of game-based learning, this study develops an agent-supported game-based learning model. A controlled experiment was conducted to examine its effects on learners' knowledge and learning experience. The results show that the model can promote learners' structured understanding of knowledge and improve behavioral engagement and intention to continue use. However, no significant advantage was found in learning motivation. Further analysis indicates that the mechanism of the model lies in the combined effects of technological support and game-based elements, including feedback, narrative context, and role companionship.

Keywords: Game-based learning, Intelligent agent, Learning outcomes, Learning experience

1. 引言

在数字化学习不断发展的背景下，如何提升学习者的学习成效与学习体验，已成为教学设计研究的重要议题。游戏化学习作为一种将游戏或游戏元素、游戏设计和游戏理念应用于非游戏情境中的教学方法，具有娱乐性、游戏性、目标性等性质，能够为学习者提供积极、有趣和有效的学习体验，在真实的情境中培养学习者的问题解决能力和创造力，从而提升学习者的学习效果（曹语苍，2023）。然而，已有研究也表明，游戏化学习的实际效果还受到设计质量、任务类型和应用方式等因素影响（Bai et al., 2020; Sailer & Homner, 2020）。

生成式人工智能的发展为这一问题提供了新的研究视角。相较于传统静态学习资源，智能体能够与学习者进行连续交互，并基于学习过程提供实时反馈，这使其在学习引导、过程陪伴和个性化支持方面显示出较大潜力（Debets et al., 2025）。因此，智能体有可能成为连接游戏化设计与学习过程支持的重要载体。然而，现有研究多分别考察游戏化学习或智能体

支持学习的应用效果,关于二者如何整合、整合后是否能够产生更好的学习效果和学习体验,以及其具体作用机制为何,仍缺乏系统的实证研究(Rahman et al., 2023)。

基于此,本文依据游戏化学习整合设计框架,构建智能体赋能的游戏化学习模式,并以传统微课学习为对照,探讨以下研究问题:

- (1) 与传统微课学习相比,智能体赋能的游戏化学习模式对学习者的知识水平有何影响?
- (2) 与传统微课学习相比,智能体赋能的游戏化学习模式对学习者的学习体验有何影响?
- (3) 智能体赋能的游戏化学习模式通过哪些机制发挥作用?

2. 文献综述

2.1. 游戏化学习

学习情境中的游戏化设计通常包括积分、徽章、关卡、任务、角色与情境叙事等(Kapp, 2012)。教育游戏化的核心在于通过有意义的游戏设计重构学习体验,使学习者在学习过程中获得自主感、胜任感与归属感,进而激发内在学习动机(Nicholson, 2015)。已有研究普遍认为游戏化学习对学习投入、动机和成绩具有积极作用,但这种作用并不一致。研究显示,游戏化对认知结果、动机结果和行为结果均有显著正向影响,但不同结果变量的效应大小并不相同(Sailer & Homner, 2020)。因此,游戏化学习的关键在于游戏要素能否与学习目标和学习过程形成较好的对应关系。

2.2. 基于智能体的学习

在教育领域,智能体多以教学助手、问答工具、学习伙伴等形式出现,应用范围涵盖答疑、练习、反馈、写作支持等任务(Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021)。智能体在教育中的主要优势体现在交互性、适应性和陪伴性三个方面。首先,智能体能够通过自然语言与学习者持续互动,提供即时反馈与追问支持(Labadze et al., 2023)。其次,智能体可以根据学习者输入提供个性化的提示和引导,在一定程度上实现适应性支持(Woolf, 2010)。最后,具有角色化特征的智能体能够带来一定的社会临场感,有助于提升交互质量并改善学习体验(Hoegen & Kopp, 2024)。

2.3. 智能体赋能的游戏化学习模式

智能体进入学习场景后,能够提供即时反馈、连续互动和个性化引导。该模式将技术支持与游戏化学习策略整合到同一学习过程中,形成了较为完整的教学设计思路。现有游戏化整合常借助自我决定理论、心流理论等解释学习者的动机与投入,而Plass等人的游戏化学习整合设计框架同时关注认知、动机、情感与社会文化参与,能够将“游戏元素”和“学习过程支持”放在同一设计视角下,因此适合作为智能体赋能游戏化学习模式的理论基础(Plass et al., 2015)。

3. 研究设计

3.1. 研究对象与教学内容

本研究采用单因素两水平对照实验设计,研究对象主要为某高校教育技术学专业低年级学生,同时包含少量其他专业学生及高年级学生。根据招募情况,共获得有效被试60名,并采用随机分组方式分为实验组与对照组,每组30人。

研究涉及的“教育技术发展史”教学内容依据教育技术史相关经典研究进行整理与编制,参考Reiser(2001)、Spector(2001)、刘美凤(2004)研究,对教育技术历史的关键阶段、代表人物、典型媒介及核心理论进行归纳。

3.2. 研究工具

3.2.1. 智能体赋能的游戏化学习模式设计

研究中的实验组干预工具为基于 Coze 平台开发的智能体赋能游戏化学习系统。该系统以 Plass 等人（2015）提出的游戏化学习整合设计框架为总体设计依据，围绕情感、动机、认知和社交文化四个维度，对“教育技术发展史”学习内容与交互过程进行整合设计，形成了本研究中的智能体赋能游戏化学习模式，如图 1 所示。

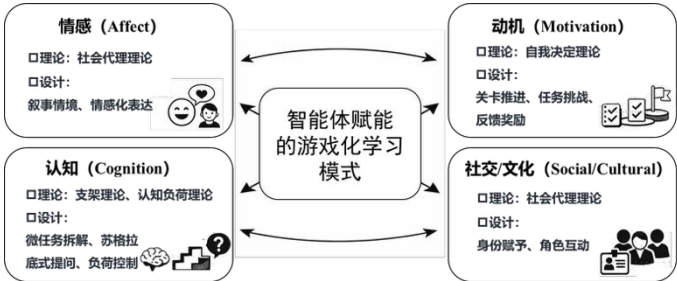


图 1 智能体赋能的游戏化学习模式

- (1) 在情感维度上，系统通过构建“时空修复局”叙事情境，将学习任务嵌入连续性的故事情境之中。同时，系统在交互中融入鼓励性语言、适度幽默表达与 emoji 表情包等情感化表达，并通过阶段性成就反馈强化学习者的积极情绪体验。
- (2) 在动机维度上，系统采用“关卡—任务—测验—奖励”的游戏化推进机制，学习者在完成关卡的任务后可获得相应的奖励，如“时光碎片”等，以增强学习的目标感和持续参与意愿。
- (3) 在认知维度上，系统围绕教育技术发展史对学习内容进行结构化拆分，并以微任务形式呈现。交互过程中，系统采用苏格拉底式提问策略，引导学习者进行知识建构。此外，系统通过限制单轮输出长度、交互轮数等方式降低无关认知负荷。
- (4) 在社交文化维度上，系统赋予学习者“时空调查员”的角色身份，并使智能体以陪伴者和引导者的社会代理角色参与学习过程，从而增强学习活动中的身份代入感与互动体验。



图 2 智能体赋能的游戏化学习模式交互示例

3.2.2. 微课学习资源

对照组采用微课资源进行学习。微课内容围绕“教育技术发展史”主题开发，在学习内容、知识范围、任务结构及学习时长等方面与实验组保持一致。

3.2.3. 知识测试

本研究编制了教育技术发展史知识前测与后测题目，测试内容与教学内容保持一致，用于衡量学习者在干预前后的知识水平。前测与后测采用相同的选择题；后测在此基础上增加“教育技术历史时间轴”任务，以进一步评估学习者对教育技术发展史的整体理解与结构化表达能力。

时间轴的评分量规从准确性、完整性和逻辑性三个维度对作品进行评分。准确性考察时间节点、人物、媒介及理论表述是否正确；完整性衡量作品是否覆盖关键历史阶段及核心理论；逻辑性评价时间轴整体结构是否清晰，能否体现教育技术发展演变的内在关系。研究团队对时间轴进行独立评分，评分结果一致性良好（ $kappa=0.83$ ， $p<0.05$ ），有分歧之处，在协商后达成一致。

3.2.4. 调查问卷

研究问卷采用李克特五点量表（1—5 分，表示“非常不同意”至“非常同意”），分数越高表示相应维度上的认同程度越高。前测阶段，学习动机量表参考情境动机量表（SIMS）编制，包含内部动机、认同调节、外部动机和无动机 4 个维度（Vallerand & Blanchard, 2000）；学习自我效能量表参考 Pintrich & De Groot（1990）的相关研究编制。后测阶段，对照组的学习体验问卷在前测基础上增加学习投入、满意度和继续使用意向量表，分别参考 Fredricks 等人（2004）、Swan（2001）以及 Davis（1989）的研究；实验组的学习体验问卷除共同维度外，进一步加入感知易用性、感知有用性和社交临场感量表，分别参考 Davis（1989）以及 Jin & Eastin（2022）、Biocca 等人（2003）的研究。

3.3. 研究流程

研究主要经历了四个阶段：前测、教学实施、后测和访谈。

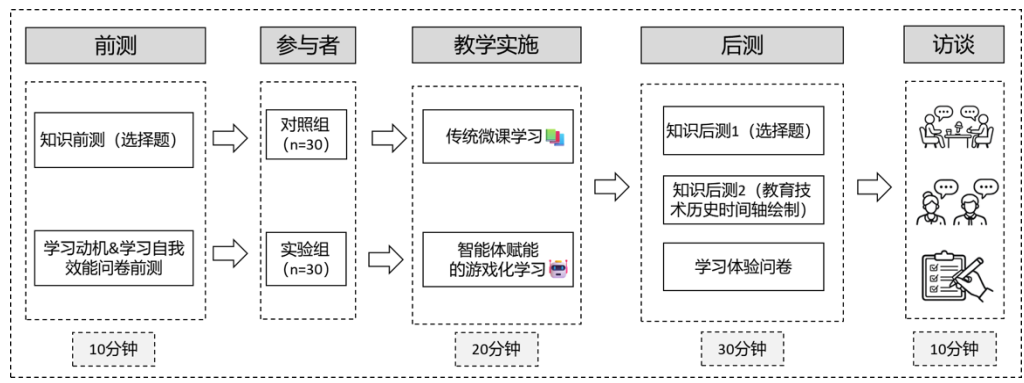


图 3 研究流程

- （1）前测：参与者完成教育技术发展史知识前测（选择题）以及学习动机、学习自我效能问卷前测，时长约 10 分钟。
- （2）教学实施：参与者随机分为对照组和实验组，对照组进行传统微课学习，实验组进行智能体赋能的游戏化学习，时长约 20 分钟。
- （3）后测：教学完成后，两组均完成知识后测 1（选择题）、知识后测 2（教育技术历史时间轴绘制）以及学习体验问卷，时长约 30 分钟。
- （4）访谈：后测结束后，我们随机选取了 10 名参与者进行半结构化访谈，了解其对学习过程、学习体验及任务完成过程的想法，每个人访谈时长约 10 分钟。

3.4. 数据分析方法

本研究使用 SPSS 24.0 作为数据处理与分析的主要工具。数据分析包括对量表信效度的检验、描述性统计，以及组间和组内前后测的 t 检验。

4. 研究结果

4.1. 信效度分析

在信度方面，各量表的 Cronbach's α 值均在 0.7 以上，表明量表具有较好的内部一致性。在效度方面，各量表的 KMO 值均大于 0.6，Bartlett 球形度检验结果显著（ $p<0.001$ ），表明

数据适合进行因子分析，量表具有良好的结构效度。这些结果验证了量表的结构合理性，增强了研究的可信度和普遍性。

4.2. 前测数据分析

为检验实验组与对照组在实验前是否存在差异，本研究采用独立样本 t 检验对两组的知识前测、学习动机前测和学习自我效能前测进行分析。结果显示，两组在知识前测（ $p=0.922>0.05$ ）、学习动机前测（ $p=0.341>0.05$ ）和学习自我效能前测（ $p=0.335>0.05$ ）上均不存在统计学差异。

4.3. 知识水平

如图 4 所示，在知识后测中，两组在不同任务上的表现存在差异。在知识后测选择题上，两组的差异不显著（ $p=0.398$ ）。在时间轴任务上，实验组在总分、准确性和逻辑性方面均显著高于对照组，其中总分差异显著（ $p=0.011$ ），效应量 Cohen's $d=0.67$ ，属于中等效应量；准确性差异显著（ $p=0.003$ ），效应量 Cohen's $d=0.80$ ，属于较大效应量；逻辑性差异显著（ $p=0.016$ ），效应量 Cohen's $d=0.64$ ，属于中等效应量。完整性方面，两组差异未达到显著水平（ $p=0.066$ ）。这说明智能体赋能的游戏化学习模式在选择题得分上未表现出显著优势，但在时间轴任务表现上优于传统微课学习，更有助于学习者对知识的结构化理解与组织。

在前后测比较方面，如表 1 所示，配对样本 t 检验结果表明，对照组和实验组的知识选择题后测成绩均显著高于前测成绩，其中对照组差异显著（ $p<0.001$ ），效应量 Cohen's $d=1.76$ ；实验组差异显著（ $p<0.001$ ），效应量 Cohen's $d=2.18$ ，均属于较大效应量。这表明两种教学方式均能够有效提升学习者的知识水平，且实验组的效应量相对更大。

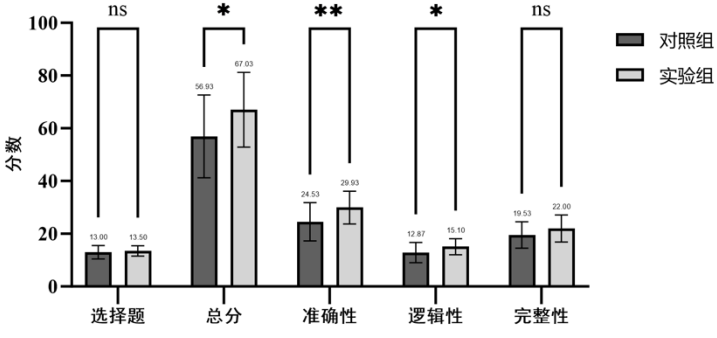


图 4 知识水平后测独立样本 t 检验结果

表 1 知识水平前后测（选择题）配对样本 t 检验结果

组别	前测 (M±SD)	后测 (M±SD)	t	df	p	Cohen's d
对照组	8.47±2.623	13.00±2.519	-8.905	29	<0.001	1.76
实验组	8.40±2.634	13.50±1.996	-10.035	29	<0.001	2.18

4.4. 学习体验

后测阶段，在学习动机和学习自我效能方面，实验组与对照组差异不显著（ $p>0.05$ ）。如图 5 所示，在前后测比较方面，两组学习动机后测得分均显著高于前测得分（ $p<0.001$ ），而学习自我效能前后测差异均未达到显著水平（ $p>0.05$ ）。这说明两种教学方式均能在一定程度上提升学习者的学习动机，但在增强学习自我效能方面尚未产生显著效果。

如表 2 所示，实验组在行为投入和继续使用意愿方面均显著高于对照组，其中行为投入差异显著（ $p=0.029$ ），效应量 Cohen's $d=0.58$ ，属于中等效应量；继续使用意愿差异显著

($p=0.011$)，效应量 Cohen's $d=0.68$ ，同样属于中等效应量。而在认知投入、情感投入、总投入及满意度方面，两组差异均未达到显著水平 ($p>0.05$)。这表明，智能体赋能的游戏化学习模式在提升学习者行为投入和继续使用意愿方面具有一定优势。

对实验组特有的交互体验进行描述性统计分析，结果显示感知易用性、感知有用性和社会临场感的均值分别为 3.86 ± 0.617 、 4.00 ± 0.520 和 4.00 ± 0.583 ，表明学习者总体上对该学习模式所提供的交互体验持较为积极的评价。

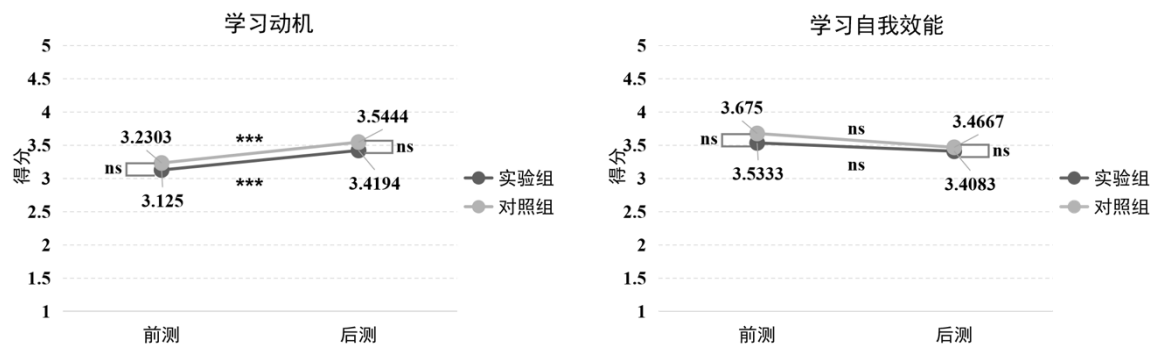


图 5 学习动机、学习自我效能前后测比较图

表 2 学习体验独立样本 t 检验结果

类别	对照组 (M±SD)	实验组 (M±SD)	t	df	p
认知投入	3.66 ± 0.65	3.90 ± 0.61	1.495	58	.140
情感投入	3.77 ± 0.66	3.80 ± 0.77	0.180	58	.858
行为投入	3.83 ± 0.70	4.21 ± 0.60	2.241	58	.029*
总投入	3.75 ± 0.53	3.97 ± 0.58	1.523	58	.133
满意度	3.98 ± 0.62	4.14 ± 0.57	1.078	58	.286
继续使用意愿	3.96 ± 0.57	4.33 ± 0.54	2.631	58	.011*

4.5. 质性数据分析结果

通过对访谈资料的归纳分析，本研究总结出智能体赋能的游戏化学习模式在实际应用中的四个主题发现。

(1) 主题发现 1：反馈驱动的交互过程增强了学习者的行为投入

在该学习模式中，智能体实时对话反馈与游戏化设计中的“反馈回路”策略相结合。实验组学生表示：“AI 能根据我的回答做出智能反馈，这种过程让我没法走神。如果我回答不准确，它会进一步引导或纠偏。”相比之下，对照组学生反映观看微课时“参与感不强，容易产生快进的冲动”。

(2) 主题发现 2：情境化叙事与关卡推进促进了知识的逻辑建构

在该学习模式中，智能体的情境生成与知识组织能力，为游戏化学习中的“关卡叙事”提供了清晰的逻辑线索。实验组同学在谈到时间轴制作时提到：“它对历史情境介绍得很清楚，比如二战时期某项技术出现的原因，让我能自然想到下一个演进点。”而对照组学生表示：“我的精力大部分花在记人物和时间上面，微课并没有提供深入探究的逻辑引导。”

(3) 主题发现 3：社会性支持与角色陪伴增强了持续学习意愿

该学习模式在交互过程中体现出一定的社会性支持特征，如鼓励性反馈、拟人化表达以及对学习进度的持续回应，与游戏化学习中的“角色陪伴”策略相呼应。访谈显示，实验组学

生普遍认为智能体“像是一个真实的学习伙伴，积极关注我的进度”，这种陪伴感降低了自主学习中的孤独感。对照组学生则表示单向观看视频的过程“很平淡，缺乏动力”。

(4) 主题发现 4：交互节奏与学习自主性的平衡仍需优化

该学习模式虽然在交互性和引导性方面具有优势，但在实际应用中面临交互节奏与游戏化学习中“自主感”之间的平衡问题。访谈显示，部分学生虽然认可智能体的引导功能，但也感受到了“被推着往前走”的压力，认为“互动密集，缺少主动掌控感”。这在一定程度上能够解释量化结果中实验组在满意度、学习动机和学习自我效能上未显著优于对照组的现象。

5. 讨论

通过对量化实验数据与质性访谈资料的分析，本研究围绕三个研究问题展开讨论。

针对问题 1，研究结果显示，智能体赋能的游戏化学习模式对不同层次的知识学习产生了不同影响。实验组在“教育技术发展史时间轴”任务中的逻辑性、准确性和总分显著高于对照组，而在时间轴完整性和客观选择题测试中两组差异不显著。这说明该模式在促进知识的组织、整合和逻辑表达方面具有一定优势。而选择题更多反映事实性知识的掌握，因此两种模式在这类知识学习上的效果较为接近。同时，结合访谈和任务设计可以发现，学生在完成时间轴任务时更倾向于关注关键历史节点和知识逻辑，而未完全覆盖所有事件，这可能解释了完整性指标未呈现显著差异的原因。

针对问题 2，研究结果显示，实验组在行为投入和继续使用意愿上显著高于对照组，但在认知投入、情感投入、满意度、学习动机和学习自我效能方面与对照组差异不显著。此外，两组学习动机后测得分均显著高于前测，而学习自我效能前后测差异均不显著。这一结果表明，该模式对学习过程中的行为参与具有较明显的促进作用，但对更深层的心理体验和判断能力影响相对有限。一方面，该模式通过实时交互、关卡任务和鼓励性反馈增强了学习过程中的参与感；另一方面，学习者在满意度、学习动机和学习自我效能上的变化，可能还受到学习内容难度、交互节奏和自主感等因素的影响。

针对问题 3，本研究总结出智能体赋能游戏化学习模式的作用机制主要通过三个核心方面实现。首先，实时反馈、追问与纠偏为学习者在任务推进中提供持续响应的机会，从而显著增强行为投入。其次，情境化叙事、阶段性总结和逻辑引导帮助学习者将零散知识整合为连贯的学习线索，促进知识的结构化理解和逻辑建构。最后，拟人化表达、鼓励性反馈以及对学习进度的持续关注增强了学习过程中的陪伴感和被关注感，从而提高了继续使用意愿。三者之间形成协同效应：技术支持为反馈和任务执行提供基础保障，情境叙事和角色陪伴通过增强沉浸感和参与意愿促进反馈的主动响应，而持续反馈又反过来强化情境体验和角色代入感。由此可见，该模式的作用不是单一要素的结果，而是技术支持与“反馈机制”“情境叙事”“角色陪伴”等要素相互作用、共同推动学习效果与体验的综合效应。

6. 结论与展望

本研究基于游戏化学习整合设计框架构建了智能体赋能的游戏化学习模式，并进行了初步应用研究。结果显示，该模式在知识结构化理解、行为投入和继续使用意愿方面具有一定优势，但在学习动机、学习自我效能和满意度上未见显著差异。这表明，游戏化学习设计不应仅停留于关卡、奖励和积分等外显机制，还需重视反馈支持、情境引导和角色陪伴等过程性设计，智能体可作为这些支持的重要载体，嵌入任务推进中。研究仍存在局限：样本量较小且集中在某高校教育技术专业，干预时间较短，且研究内容仅涉及教育技术发展史，这可

能限制结果的推广性和对学习动机、自我效能的影响。未来研究可通过增加样本量、延长干预周期及拓展学科领域,进一步验证模式的适用性和外部效度。

参考文献

- 刘美凤. (2004). 解析美国教育技术的三条历史发展线索. *比较教育研究*, 171(8), 32–37.
- 曹语苍. (2023). 游戏化学习: 国际实践与成果. *现代教育*, (09), 12–17, 21.
- Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30, Article 100322. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>
- Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a more robust theory and measure of social presence: Review and suggested criteria. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 12(5), 456–480.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Debets, T., Banihashem, S. K., Joosten-Ten Brinke, D., Vos, T. E. J., Maillette de Buy Wenniger, G., & Camp, G. (2025). Chatbots in education: A systematic review of objectives, underlying technology and theory, evaluation criteria, and impacts. *Computers & Education*, 228, Article 105323. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105323>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109.
- Hoegen, R., & Kopp, S. (2024). The influence of persona and conversational task on social interactions with a LLM-controlled embodied conversational agent (arXiv:2411.05653). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.05653>
- Jin, E., & Eastin, M. S. (2022). When a chatbot smiles at you: The psychological mechanism underlying the effects of friendly language use by product recommendation chatbots. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 25(9), 597–604.
- Kapp, K. M. (2012). The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education. Pfeiffer.
- Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: A systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 56. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100033. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033>
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33–40.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Ramadhan, A., Warnars, H. L. H. S., & Razak, F. H. A. (2023). Combining intelligent tutoring systems and gamification: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 28(14), 15399–15421. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12092-x>

Reiser, R. A. (2001a). A history of instructional design and technology: Part I: A history of instructional media. *Educational Technology Research and Development*, 49(1), 53–64.

Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>

Spector, J. M. (2001). The history of instructional technology. *International Journal of Educational Technology*, 2(1), 1–6.

Swan, K. (2001). Virtual interaction: Design factors affecting student satisfaction and perceived learning in asynchronous online courses. *Distance Education*, 22(2), 305–331. <https://doi.org/10.1080/0158791010220208>

Vallerand, R. J., & Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and Emotion*.