

Rapport d'Analyse des Publications Scientifiques

Généré le lundi 22 décembre 2025 • 17 publication(s) analysée(s) • 15 connexion(s) identifiée(s)

Tableau Récapitulatif des Agents

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
The effects of affective pedagogical agent in mult... Yanqing Wang (2023)	Affective pedagogical agents	Agents characterized by appearance (human vs virtual), type (expressive vs supportive), number of emotional cues (single vs multiple), voice (human vs other), and body movement (present vs absent). Agents designed to influence learners' affective experiences through emotional expressions like smiling, enthusiastic voice, encouraging gestures, and empathetic behaviors.	Students in multimedia learning environments Mix of K-12 students (elementary and middle school) and college/university students across various subject domains including sciences (mathematics, computer science, biology) and humanities (history, English, information literacy)	All effect sizes were positive and statistically significant. Transfer performance showed the largest effect ($g = 0.34$), while retention, emotions, and motivation all showed similar moderate effects ($g = 0.26$). Publication bias analyses indicated robust findings with no serious threat to validity....
Affect in embodied pedagogical agents: A meta-anal... Yan Ru Guo (2015)	Embodied Pedagogical Agents (EPAs)	Agents with affective capabilities including facial expressions, body gestures, speech, and emotional responses designed for pedagogical roles as instructors, mentors, assistants, and companions	Students Various educational levels from elementary to university students across different countries (US, Canada, Europe)	Learning motivation: $r = 0.35$ (moderate effect), Knowledge retention: $r = 0.29$ (small effect), Knowledge transfer: $r = 0.26$ (small effect). All results statistically significant....

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
			South America, Asia)	
Designing and Learning With Pedagogical Agents: An... Noah L. Schroeder (2025)	Pedagogical agents (virtual humans)	<p>Virtual characters designed to facilitate learning in multimedia environments. Can range from realistic to cartoon-like appearances. May include human-like social cues (eye gaze, facial expressions, gestures, body movement).</p> <p>Anthropomorphized agents generally more effective than non-anthropomorphized agents.</p>	<p>Students in educational settings</p> <p>Various age groups and educational levels, though specific demographics vary across studies. Limited evidence on optimal audience matching.</p>	<p>Small positive effects on learning outcomes (effect sizes typically small). Mixed results for motivational outcomes.</p> <p>Anthropomorphized agents show better performance than non-anthropomorphized agents. Social cues and embodiment principle important for effectiveness.</p> <p>Limited conclusive evidence on specific design features....</p>
The impact of pedagogical agent gesturing in multi... Robert O. Davis (2018)	Pedagogical agents	<p>Agents with gesture capabilities, primarily deictic gestures for spatial awareness. Two main types: humanoid agents (human-like appearance) and character agents (cartoon-like or fictional characters). Voice can be human or computer-generated.</p>	<p>Students in multimedia learning environments</p> <p>Primarily undergraduate students, with some studies on middle school students and adults over 18.</p> <p>Sample sizes ranged from small (1-49) to large (100+) participants across studies.</p>	<p>Near transfer: $g = 0.39$ (small-medium effect), Retention: $g = 0.28$ (small effect), Agent persona: $g = 0.44$ (small-medium effect), Cognitive load: $g = 0.13$ (minimal effect).</p> <p>Human voice more effective than computer voice.</p> <p>Humanoid agents reduce cognitive load better than character agents....</p>
Do pedagogical agents make a	Agents pédagogiques animés et statiques	Agents variés incluant des personnages humains (Dr. Phyz), des	Étudiants universitaires et élèves	Effet général limité des agents

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
difference to student... Steffi Heidig (2011)		animaux (Herman the Bug, Peedy the Parrot), des têtes parlantes, avec différents niveaux d'animation, de réalisme et de fonctions pédagogiques	Principalement étudiants de premier cycle universitaire, quelques études avec des élèves du secondaire et de l'école primaire, dans des domaines variés (psychologie, sciences, technologie)	pédagogiques : 9/15 études avec groupe contrôle ne montrent aucune différence d'apprentissage, 2/15 montrent un effet négatif. Modalité vocale supérieure au texte (5 études consistantes). Feedback explicatif supérieur au feedback correctif (3 études). Animation vs statique : pas de différence significative sur la rétention....
Pedagogical agent design for K-12 education: A sys... Shan Zhang (2024)	Pedagogical agents (virtual characters)	Embodied virtual characters on screen that interact with learners. Varied from humanoid (cartoon humans) to non-humanoid (animals, objects). Different levels of realism, animation, communication modes (spoken/text), and roles (instructor/peer).	K-12 learners Students in elementary, middle, and high school settings (grades K-12). Studies examined various learner characteristics including prior knowledge, demographics (gender, ethnicity), cognitive factors, and special populations (students with autism).	44 studies met inclusion criteria from 1374 initially identified. Learners preferred similarly aged PAs and female agents. Effective teaching strategies included divergent questioning, metacognitive scaffolding, and game-based competition. Agent customization led to positive learning and motivation outcomes. Communication strategies where PAs initiated conversations and provided

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
				explanations increased engagement....
Do AI chatbots improve students learning outcomes?... Rong Wu (2024)	AI Chatbots	Chatbots conversationnels utilisant le traitement du langage naturel, l'apprentissage automatique, les réseaux de neurones et l'apprentissage profond. Caractéristiques d'interactivité, flexibilité et personnalisation. Capacité à apprendre des interactions précédentes et fournir des réponses en temps réel via texte, voix ou combinaison.	Students across educational levels Étudiants de tous niveaux éducatifs (primaire, secondaire, supérieur) avec des effets variables selon le niveau. L'enseignement supérieur montre les meilleurs résultats, possiblement due à une meilleure capacité d'autorégulation et d'engagement avec la technologie chez les étudiants universitaires.	Effet global important (ES=0.964, p<0.001). Performance: ES=1.028, Motivation: ES=1.020, Auto-efficacité: ES=1.206, Intérêt: ES=1.084, Valeur perçue: ES=1.397, Anxiété: ES=-0.715. Enseignement supérieur (ES=1.079) vs primaire (ES=0.931, non-significatif) et secondaire (ES=0.214, non-significatif). Interventions courtes (ES=1.179) vs longues (ES=0.492)....
Effectiveness of Multimedia Pedagogical Agents Pre... Agents Pre... navigation/apprentissage) Juan C. Castro-Alonso (2021)	Agents pédagogiques multimédias (personnages à l'écran permettant communication non verbale (gestuelle, regard, expression faciale), mouvement (statique vs animé), voix (machine vs humaine vs absente)	Apparence (2D vs 3D), genre (féminin/masculin/autre), communication non verbale (gestuelle, regard, expression faciale), mouvement (statique vs animé), voix (machine vs humaine vs absente)	Étudiants et adultes Étudiants d'école élémentaire, collège, lycée, et niveau post-secondaire (universitaires), avec proportions variables de participants féminins	Les agents 2D sont recommandés plutôt que 3D. Les autres caractéristiques (genre, gestuelle, regard, expressions faciales, mouvement, voix) semblent moins pertinentes que l'apparence. Efficacité particulière en biologie et informatique.

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
				Différences selon la langue d'instruction et le pays d'étude....
The Design and Impact of the Pedagogical Agent: A ... Ati Suci Dian Martha (2018)	Pedagogical agents (anthropomorphic virtual characters)	Five design forms: text, voice, 2-D character, 3-D character, and human. Can be single or multiple agents with artificial intelligence capabilities supporting student learning processes using various instructional strategies in interactive environments. Teachable agents are a special subset that use learning-by-teaching approaches.	Students in online learning environments Various educational levels from primary school to undergraduate students, though the review notes lack of specific information on pedagogy vs andragogy applications for different age groups	Text-based agents most common (72%), 3-D characters second most used (52%), human representation least used (4%). Agent appearance variables include presence, performance, age, gesture, appeal, gender, cueing, enthusiasm, ethnicity. Agent role variables include instructor/navigation, collaboration assistant, motivator, expert/mentor, facilitator. Significant positive impacts found on student performance, learning activities, motivation, engagement, self-efficacy, and attitudes....
Effects of Artificial Intelligence-Powered Virtual... Chih-Pu Dai (2024)	Agents virtuels alimentés par intelligence artificielle	Agents utilisant différentes technologies IA (scriptée, basée sur règles, basée sur modules, NLP/ML), diverses modalités (verbal, textuel, multimodal), représentations variées (humanoides, fictionnels,	Apprenants tous niveaux Elèves du primaire au supérieur et adultes, dans domaines variés: mathématiques, sciences, études médicales,	Taille d'effet globale g = 0.43 avec IC 95% [0.27, 0.59]. IA basée modules la plus efficace (g = 0.50), agents humanoides avec interactions textuelles les plus performants (g =

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
		mixtes), rôles multiples (guidance, feedback, hints, instruction, compagnon social)	compétences transversales, apprentissage des langues	0.78). Interventions courtes ($\leq 30\text{min}$) et longues ($\geq 120\text{min}$) plus efficaces que durées intermédiaires....
New Trends in Pedagogical Agents in Education Luis Alfaro (2020)	Pedagogical Agents	Anthropomorphic virtual characters with high adaptability, versatility, realistic simulation capabilities, socio-cultural awareness, ability to foster commitment and motivation, support for cognitive learning, emotional expression through facial expressions and body movements, natural language processing, multimodal dialogue capabilities	Students in online learning environments Students across various educational levels using Learning Management Systems (LMS), with particular focus on e-learning contexts where students may feel isolated and disconnected	Students interacting with pedagogical agents perform better in tests and problem solving than those who do not. Agents provide increased motivation, participation, and lower anxiety levels. Significant improvement in learning performance through adaptive educational interactions, continuous feedback, and emotional support....
Pedagogical Agents George Veletsianos (2013)	Agents pédagogiques anthropomorphes (incluant agents conversationnels et agents enseignables)	Personnages virtuels anthropomorphes intégrés dans des environnements d'apprentissage en ligne, capables d'interagir via gestes, langage naturel ou expressions faciales, servant comme instructeurs, motivateurs, compagnons d'apprentissage ou modèles sociaux	Apprenants en environnements d'apprentissage en ligne Étudiants de différents âges et niveaux éducatifs, incluant des populations spécifiques comme les femmes et minorités sous-représentées en informatique,	Effets mitigés sur l'apprentissage et la motivation, certaines études montrent des bénéfices (effet persona, gains d'apprentissage avec AutoTutor), d'autres ne trouvent pas de différences significatives par rapport aux conditions de contrôle, importance

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
Do Pedagogical Agents Enhance Student Motivation? ... Jessica R. Gladstone (2025)	Agents pédagogiques virtuels (personnages virtuels, agents conversationnels, agents motivationnels)	Agents avec ou sans expressions faciales, gestes, regard, différents rôles (instructeur, compagnon, motivateur), formes humaines et non-humaines, âges variés	étudiants en services humains, adolescents	de l'apparence et de la qualité de l'agent...
Exploring Persona Characteristics in Learning: A R... Yayi Tao (2022)	Agents pédagogiques (tuteurs, assistants, motivateurs, partenaires d'apprentissage, compétiteurs, créateurs de problèmes)	Apparence (2D/3D, humaine/non-humaine), genre (masculin/féminin), expressions faciales (heureux, triste, neutre, etc.), voix (humaine/synthétique), mouvements (gestes, regard, posture)	Étudiants K-12 et universitaires Les agents pédagogiques ont un impact plus important sur les étudiants K-12 comparé aux étudiants universitaires. L'âge et le niveau d'éducation influencent l'efficacité des agents.	Impact faible mais significatif des agents pédagogiques sur l'apprentissage selon la méta-analyse de Schroeder et al. Les agents avec gestes améliorent la compréhension mathématique. Les expressions faciales dynamiques améliorent les performances en mathématiques. L'effet 'persona effect' montre que même les personnages les moins expressifs peuvent impacter

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
				positivement l'expérience d'apprentissage....
Face-to-Face Interaction with Pedagogical Agents, ... W. Lewis Johnson (2016)	Agents pédagogiques animés multimodaux	Personnages autonomes avec capacités multimodales incluant démonstrations interactives, guidance navigationnelle, gestes et regard, feedback non-verbal, signaux conversationnels, expression et évocation d'émotions, rôles de coéquipiers virtuels, et interaction pédagogique adaptative	Apprenants K-12 et étudiants universitaires Plus efficaces pour les apprenants jeunes (K-12) que pour les étudiants post-secondaires, et pour les apprenants novices plutôt qu'avancés.	Méta-analyse de 43 études montrant des effets statistiquement significatifs sur l'apprentissage, avec une efficacité particulière en STEM et pour les jeunes apprenants. Plus de 50 000 stagiaires ont utilisé les VCATs d'Alelo dans plus de 80 pays.... Particulièrement motivants pour les étudiants âgés de 10-14 ans.
A systematic review of pedagogical agent research:... Laduona Dai (2022)	Agents pédagogiques embodied	Majoritairement humanoïdes 3D avec embodiment complet, voix humaine ou synthétisée, rôle d'expert, fonction de source d'information. Logiciels courants: iClone, Media Semantics Character Builder, AutoTutor	Population principalement post-primaire et universitaire Sous-représentation significative des étudiants K12, majorité des participants provenant des niveaux lycée et université. Âge moyen des participants variant de ~10 à ~30 ans	Les agents avec des caractéristiques plus humaines (expressions faciales, gestes, voix humaine) surpassent leurs homologues moins humains. Efficacité équivalente aux tuteurs humains dans certaines études. Effets partiels selon les caractéristiques des apprenants (genre, niveau de connaissances préalables)...

Étude	Type d'Agent	Conception & Apparence	Public Étudié	Résultats d'Apprentissage
The appearance effect: Influences of virtual agent... Youssef Shiban (2015)	Agents pédagogiques anthropomorphes virtuels statiques	Edgar: agent masculin, perçu comme âgé, moins attractif, plus crédible. Minnie: agent féminin, perçue comme jeune, attractive, féminine. Les deux agents utilisaient des expressions faciales, des gestes déictiques, applaudissaient pour les bonnes réponses et montraient de la déception pour les mauvaises réponses.	Étudiants universitaires en psychologie 108 étudiants en psychologie (18-28 ans, moyenne 20.20 ans), 73 femmes et 21 hommes, suivant un cours obligatoire de statistiques	Effet significatif de l'agent féminin sur l'intérêt ($t(105) = 1.96$, $p = .027$, $d = 0.56$). Aucun effet des agents sur la performance d'examen ($p = .982$). Tendance à une meilleure performance pour l'agent masculin vs féminin ($p = .097$). Corrélations entre performance et motivation: $r = .22$ pour l'intérêt, $r = .42$ pour le plaisir d'apprentissage....

Publications Détailées

1. The effects of affective pedagogical agent in multimedia learning environments: A meta-analysis

Yanqing Wang, Shaoying Gong, Yang Cao, Yueru Lang, Xizheng Xu (2023)

RÉSUMÉ ÉTENDU

This comprehensive meta-analysis of 36 studies investigated how affective pedagogical agents impact learning in multimedia environments. The study analyzed four key outcomes: retention performance, transfer performance, positive emotions, and intrinsic motivation. Results demonstrated small but consistently positive effects across all measures. Key findings include that virtual agents were more effective than human agents for evoking positive emotions, agents displaying multiple emotional cues were superior to those with single cues, and agents with body movement enhanced motivation and transfer performance. The study also found that affective PA were particularly beneficial for humanities subjects compared to science subjects, and more effective in self-paced rather than system-paced learning environments.

Type d'agent : Affective pedagogical agents

Conception/Apparence : Agents characterized by appearance (human vs virtual), type (expressive vs supportive), number of emotional cues (single vs multiple), voice (human vs other), and body movement (present vs absent). Agents designed to influence learners' affective experiences through emotional expressions like smiling, enthusiastic voice, encouraging gestures, and empathetic behaviors.

Public cible : Students in multimedia learning environments

Mix of K-12 students (elementary and middle school) and college/university students across various subject domains including sciences (mathematics, computer science, biology) and humanities (history, English, information literacy)

CONTEXTE D'UTILISATION

Computer-based and online multimedia learning environments rather than traditional classrooms, including video lectures, software tutorials, and interactive learning systems

MÉTHODOLOGIE

Systematic literature search across multiple databases (PsycINFO, PsycARTICLES, Google Scholar, Science Direct, PubMed, Web of Science, ERIC, EBSCO, ProQuest) with inclusion criteria requiring experimental design studies comparing affective PA with neutral control groups in multimedia learning environments. Effect sizes calculated using Hedges' g with random-effects model. Moderator analyses conducted to examine influence of PA characteristics and contextual factors.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Affective PA showed small but significant positive effects on all four outcome measures: retention performance ($g = 0.26$), transfer performance ($g = 0.34$), positive emotions ($g = 0.26$), and intrinsic motivation ($g = 0.26$). Key moderators included: virtual agents > human agents for positive emotions, multiple emotional cues > single cues for emotions and motivation, body movement enhanced motivation and transfer performance, humanities materials showed larger effects than science materials for retention, and self-paced learning was more beneficial than system-paced for motivation.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

All effect sizes were positive and statistically significant. Transfer performance showed the largest effect ($g = 0.34$), while retention, emotions, and motivation all showed similar moderate effects ($g = 0.26$). Publication bias analyses indicated robust findings with no serious threat to validity.

LIMITES

Limited statistical power for moderator analyses due to uneven distribution of studies across subgroups. Some moderator categories had very few studies (e.g., only 4 human agent studies for emotions). Did not examine interaction effects between multiple moderators simultaneously. Moderate to high heterogeneity between studies. Could not directly explicate causal mechanisms underlying the observed effects.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Affect in embodied pedagogical agents: A meta-analytic review

Ces deux méta-analyses convergent sur l'efficacité des agents pédagogiques affectifs avec des tailles d'effet similaires pour la motivation ($g=0.26$ vs $r=0.35$) et l'apprentissage. Elles confirment mutuellement l'importance de l'affect dans les agents pédagogiques. Les deux

utilisent des méthodologies rigoureuses avec modèles à effets aléatoires et analyses de modérateurs, bien que la première soit plus récente et plus exhaustive.

→ **The impact of pedagogical agent gesturing in multimedia learning environments: A meta-analysis**

Les deux méta-analyses confirment l'efficacité des caractéristiques non-verbales des agents (affect vs gestes) avec des tailles d'effet comparables pour la rétention ($g=0.26$ vs $g=0.28$). Elles partagent des conclusions sur l'importance de la modalité humaine et révèlent que les agents humanoïdes sont plus efficaces. Les méthodologies sont similaires avec analyses de modérateurs examinant les caractéristiques des agents.

TRAVAUX D'EXTENSION

→ **Do Pedagogical Agents Enhance Student Motivation? Unraveling the Evidence Through Meta-Analysis**

La méta-analyse de 2024 étend celle de 2020 en examinant spécifiquement la motivation à travers quatre théories établies plutôt que comme construct global. Elle confirme les effets sur l'auto-efficacité ($g=0.29$) identifiés précédemment mais nuance les résultats en montrant des effets non-significatifs sur d'autres aspects motivationnels. Cette approche théoriquement fondée représente une évolution méthodologique importante.

2. Affect in embodied pedagogical agents: A meta-analytic review

Yan Ru Guo, Dion Hoe-Lian Goh (2015)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette méta-analyse examine l'efficacité des agents pédagogiques incarnés affectifs dans les environnements d'apprentissage informatisés. L'étude analyse 30 expériences avec 2 150 participants et trouve que l'utilisation d'affect dans les EPAs a un impact significatif et modéré sur la motivation d'apprentissage ($r = 0.35$), un impact plus faible sur la rétention des connaissances ($r = 0.29$) et le transfert des connaissances ($r = 0.26$). Ces tailles d'effet sont plus importantes que celles trouvées dans les méta-analyses précédentes sur le niveau d'incarnation des EPAs, indiquant que l'utilisation d'affect est plus désirable et efficace dans les CLEs.

Type d'agent : Embodied Pedagogical Agents (EPAs)

Conception/Apparence : Agents with affective capabilities including facial expressions, body gestures, speech, and emotional responses designed for pedagogical roles as instructors, mentors, assistants, and companions

Public cible : Students

Various educational levels from elementary to university students across different countries (US, Canada, Europe, South America, Asia)

CONTEXTE D'UTILISATION

Computer-based learning environments (CLEs)

MÉTHODOLOGIE

Méta-analyse statistique utilisant le logiciel Comprehensive Meta-analysis (version 2) avec un modèle à effets aléatoires. Recherche de littérature dans des bases de données majeures, critères d'inclusion stricts, et calcul des tailles d'effet en utilisant la corrélation r de Pearson.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

L'utilisation d'affect dans les EPAs produit un impact significatif et modéré sur l'amélioration de l'apprentissage comparé aux groupes témoins sans EPAs affectifs. L'impact est plus important sur la motivation d'apprentissage que sur la rétention ou le

transfert des connaissances. Les résultats montrent des tailles d'effet plus importantes que les méta-analyses précédentes.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Learning motivation: $r = 0.35$ (moderate effect), Knowledge retention: $r = 0.29$ (small effect), Knowledge transfer: $r = 0.26$ (small effect). All results statistically significant.

LIMITES

Problème du tiroir de classement où les journaux tendent à publier uniquement les résultats significatifs. Diversité des designs expérimentaux et des mesures employées dans les études incluses. Seuls les résultats post-test sont comparés.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ **The effects of affective pedagogical agent in multimedia learning environments: A meta-analysis**

Ces deux méta-analyses convergent sur l'efficacité des agents pédagogiques affectifs avec des tailles d'effet similaires pour la motivation ($g=0.26$ vs $r=0.35$) et l'apprentissage. Elles confirment mutuellement l'importance de l'affect dans les agents pédagogiques. Les deux utilisent des méthodologies rigoureuses avec modèles à effets aléatoires et analyses de modérateurs, bien que la première soit plus récente et plus exhaustive.

→ **Effectiveness of Multimedia Pedagogical Agents Predicted by Diverse Theories: a Meta-Analysis**

Les deux méta-analyses confirment un effet positif général des agents pédagogiques sur l'apprentissage avec des tailles d'effet globales comparables ($r=0.29-0.35$ vs $g+=0.20$). Elles partagent des conclusions sur la supériorité des agents 2D par rapport aux 3D et l'importance des caractéristiques sociales. Cependant, leurs approches théoriques diffèrent, la seconde testant spécifiquement des hypothèses de diverses théories.

3. Designing and Learning With Pedagogical Agents: An Umbrella

Review

Noah L. Schroeder, Robert O. Davis, Eunhyun Yang (2025)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette revue parapluie examine la littérature sur les agents pédagogiques virtuels dans les environnements d'apprentissage multimédia. L'étude a analysé 17 revues systématiques et méta-analyses publiées entre 2010 et 2023. Les résultats montrent que les agents pédagogiques peuvent avoir de petits effets positifs sur l'apprentissage et la motivation, mais les preuves sont mitigées. La recherche révèle des lacunes importantes dans les théories existantes et les méthodologies d'évaluation. L'étude recommande une approche plus rigoureuse pour la conception et l'évaluation des agents pédagogiques, en se concentrant sur des critères de conception spécifiques et des contextes d'utilisation appropriés.

Type d'agent : Pedagogical agents (virtual humans)

Conception/Apparence : Virtual characters designed to facilitate learning in multimedia environments. Can range from realistic to cartoon-like appearances. May include human-like social cues (eye gaze, facial expressions, gestures, body movement). Anthropomorphized agents generally more effective than non-anthropomorphized agents.

Public cible : Students in educational settings

Various age groups and educational levels, though specific demographics vary across studies. Limited evidence on optimal audience matching.

CONTEXTE D'UTILISATION

Multimedia learning environments, computer-based educational settings, distance learning platforms

MÉTHODOLOGIE

Umbrella review conducted using PRISMA standards. Comprehensive literature search across 9 databases (Academic Search Complete, ACM Digital Library, APA PsycInfo, CINAHL, Education Research Complete, ERIC, Google Scholar, Medline, Web of Science Core Collection) conducted in July 2023. Inclusion criteria required systematic reviews

or meta-analyses focused on non-artificially intelligent pedagogical agents, written in English or Korean, providing analysis of categorizable variables or basic descriptive statistics.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les agents pédagogiques montrent de petits effets positifs sur l'apprentissage et la motivation. 17 revues analysées avec des résultats mitigés selon les contextes et les populations. Les théories existantes (théorie de l'agence sociale, CASTLE) fournissent des orientations limitées. Les agents anthropomorphisés semblent plus efficaces que les agents non-anthropomorphisés. La qualité méthodologique des études varie considérablement.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Small positive effects on learning outcomes (effect sizes typically small). Mixed results for motivational outcomes. Anthropomorphized agents show better performance than non-anthropomorphized agents. Social cues and embodiment principle important for effectiveness. Limited conclusive evidence on specific design features.

LIMITES

Inclusion criteria focused only on non-artificially intelligent agents. Quality evaluation of included reviews was challenging due to varying methodologies. Limited evidence on specific design principles. Most reviews did not explicitly address research questions or provide clear inclusion criteria. Study overlap between reviews creates potential bias.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?

Les deux revues convergent sur le constat de résultats mitigés concernant l'efficacité des agents pédagogiques, avec seulement une minorité d'études montrant des effets positifs clairs. Elles partagent des critiques sur la qualité méthodologique des études et l'absence de cadres théoriques solides. Toutes deux appellent à des approches plus systématiques et des études longitudinales.

TRAVAUX D'EXTENSION

→ A systematic review of pedagogical agent research: Similarities, differences and unexplored aspects

La revue de 2022 étend celle de 2024 en analysant spécifiquement les aspects méthodologiques et expérimentaux des études sur les agents. Elle confirme les conclusions mitigées sur l'efficacité mais apporte une perspective critique sur la qualité des études. Les deux identifient des lacunes similaires dans les théories existantes et recommandent des approches plus rigoureuses.

4. The impact of pedagogical agent gesturing in multimedia learning environments: A meta-analysis

Robert O. Davis (2018)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette méta-analyse examine l'impact des gestes d'agents pédagogiques dans les environnements d'apprentissage multimédia à travers 20 expériences incluant 3841 participants. Les résultats montrent que les gestes ont un effet petit à moyen sur le transfert proche de connaissances ($g = 0.39$), la rétention ($g = 0.28$) et la persona de l'agent ($g = 0.44$). L'impact sur la réduction de la charge cognitive est minimal ($g = 0.13$). L'analyse modératrice révèle que les agents humanoïdes réduisent la charge cognitive ($g = 0.24$) tandis que les agents de type personnage l'augmentent légèrement ($g = -0.18$). La voix humaine est plus efficace que la voix synthétique pour le transfert de connaissances. Les vidéos de moins de 6 minutes produisent de meilleurs effets sur la persona que les vidéos plus longues.

Type d'agent : Pedagogical agents

Conception/Apparence : Agents with gesture capabilities, primarily deictic gestures for spatial awareness. Two main types: humanoid agents (human-like appearance) and character agents (cartoon-like or fictional characters). Voice can be human or computer-generated.

Public cible : Students in multimedia learning environments

Primarily undergraduate students, with some studies on middle school students and adults over 18. Sample sizes ranged from small (1-49) to large (100+) participants across studies.

CONTEXTE D'UTILISATION

Multimedia learning environments using pedagogical agents with gesture capabilities compared to static or no-agent conditions

MÉTHODOLOGIE

Méta-analyse de 20 expériences contrôlées comparant des agents pédagogiques avec gestes versus conditions contrôle (image statique ou voix seule). Utilisation de Hedge's

g pour calculer les tailles d'effet, avec modèle à effets aléatoires et intervalles de confiance à 95%. Analyse modératrice pour examiner l'hétérogénéité.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les gestes d'agents pédagogiques bénéficient significativement au transfert proche ($g = 0.39$), à la rétention ($g = 0.28$) et à la persona ($g = 0.44$). L'effet sur la charge cognitive est minimal mais positif ($g = 0.13$). Les agents humanoïdes sont plus efficaces que les agents personnages pour réduire la charge cognitive. La voix humaine produit de meilleurs effets que la voix synthétique.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Near transfer: $g = 0.39$ (small-medium effect), Retention: $g = 0.28$ (small effect), Agent persona: $g = 0.44$ (small-medium effect), Cognitive load: $g = 0.13$ (minimal effect). Human voice more effective than computer voice. Humanoid agents reduce cognitive load better than character agents.

LIMITES

Nombre limité d'études disponibles (20 expériences). Dominance des gestes déictiques (pointage) par rapport aux autres types de gestes. Manque de cohérence dans les mesures d'apprentissage. Certaines données modératrices manquantes. Qualité variable des agents selon les périodes d'étude.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ The effects of affective pedagogical agent in multimedia learning environments: A meta-analysis

Les deux méta-analyses confirment l'efficacité des caractéristiques non-verbales des agents (affect vs gestes) avec des tailles d'effet comparables pour la rétention ($g=0.26$ vs $g=0.28$). Elles partagent des conclusions sur l'importance de la modalité humaine et révèlent que les agents humanoïdes sont plus efficaces. Les méthodologies sont similaires avec analyses de modérateurs examinant les caractéristiques des agents.

DIVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Effectiveness of Multimedia Pedagogical Agents Predicted by Diverse Theories: a Meta-Analysis

Ces méta-analyses divergent sur l'importance des caractéristiques gestuelles. La première montre des effets significatifs des gestes ($g=0.39$ pour le transfert), tandis que la seconde ne

trouve pas d'effets modérateurs significatifs pour les caractéristiques non-verbales. Cette divergence peut s'expliquer par des critères d'inclusion différents et des périodes d'étude distinctes, soulevant des questions sur la robustesse des effets gestuels.

5. Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?

Steffi Heidig, Geraldine Clarebout (2011)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette revue systématique examine 26 études empiriques sur les agents pédagogiques publiées depuis la revue de Clarebout et al. (2002). Les auteurs analysent trois questions principales : les agents pédagogiques facilitent-ils la motivation et l'apprentissage ? Dans quelles conditions sont-ils efficaces ? Comment doivent-ils être conçus ? Les résultats montrent que seulement 15 études sur 39 incluent un groupe contrôle, et parmi celles-ci, 9 ne montrent aucune différence d'apprentissage. Les auteurs proposent le modèle PACU (Pedagogical Agents-Conditions of Use) qui considère quatre conditions : l'environnement d'apprentissage, les caractéristiques de l'apprenant, les fonctions de l'agent, et sa conception. Ils développent également le modèle PALD (Pedagogical Agents-Levels of Design) avec trois niveaux de conception. La majorité des études se concentrent sur la conception des agents plutôt que sur leur efficacité générale.

Type d'agent : Agents pédagogiques animés et statiques

Conception/Apparence : Agents variés incluant des personnages humains (Dr. Phyz), des animaux (Herman the Bug, Peedy the Parrot), des têtes parlantes, avec différents niveaux d'animation, de réalisme et de fonctions pédagogiques

Public cible : Étudiants universitaires et élèves

Principalement étudiants de premier cycle universitaire, quelques études avec des élèves du secondaire et de l'école primaire, dans des domaines variés (psychologie, sciences, technologie)

CONTEXTE D'UTILISATION

Environnements d'apprentissage multimédia

MÉTHODOLOGIE

Revue systématique de littérature utilisant les moteurs de recherche ERIC, Web of Science et PsychInfo avec les descripteurs 'pedagogical agent', 'animated agent', 'agent and virtual reality', 'agent and multimedia', 'personal digital agent'. 26 articles

répondant aux critères d'inclusion ont été analysés, représentant 39 expériences au total.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les agents pédagogiques ne montrent pas d'effet généralement positif sur l'apprentissage ou la motivation. Seules 5 études sur 15 avec groupe contrôle rapportent des avantages, dont 4 avec des résultats mitigés. Les explications vocales sont plus efficaces que textuelles, et les commentaires explicatifs sont supérieurs aux commentaires correctifs. L'animation et l'attrait visuel de l'agent ont des effets limités.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Effet général limité des agents pédagogiques : 9/15 études avec groupe contrôle ne montrent aucune différence d'apprentissage, 2/15 montrent un effet négatif. Modalité vocale supérieure au texte (5 études consistantes). Feedback explicatif supérieur au feedback correctif (3 études). Animation vs statique : pas de différence significative sur la rétention.

LIMITES

Manque d'études avec groupes contrôles appropriés, peu d'études sur la motivation (4 sur 15), grande hétérogénéité des agents et environnements étudiés, recherche fragmentée sur les conditions d'efficacité.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Designing and Learning With Pedagogical Agents: An Umbrella Review

Les deux revues convergent sur le constat de résultats mitigés concernant l'efficacité des agents pédagogiques, avec seulement une minorité d'études montrant des effets positifs clairs. Elles partagent des critiques sur la qualité méthodologique des études et l'absence de cadres théoriques solides. Toutes deux appellent à des approches plus systématiques et des études longitudinales.

→ Pedagogical Agents

Ces deux revues convergent sur des critiques méthodologiques similaires : manque d'études avec groupes contrôles appropriés, grande hétérogénéité des agents étudiés, et preuves empiriques mitigées. Elles partagent le constat que simplement ajouter un agent ne garantit

pas une amélioration de l'apprentissage et appellent toutes deux à des approches plus rigoureuses et des études longitudinales.

6. Pedagogical agent design for K-12 education: A systematic review

Shan Zhang, Chris Davis Jaldi, Noah L. Schroeder, Alexis A. López, Jessica R. Gladstone, Steffi Heidig
(2024)

RÉSUMÉ ÉTENDU

This comprehensive systematic review addresses the gap in understanding how to design effective pedagogical agents specifically for K-12 learners. Using Heidig and Clarebout's PACU and PALD frameworks, the researchers analyzed 44 studies from an initial pool of 1374. The review examined six research questions covering learning environment effects, learner characteristics, PA functions, and design at global, medium, and detail levels. Key findings include: (1) Few studies manipulated learning environments, making generalizations difficult; (2) Learner characteristics like prior knowledge and demographics influenced PA effectiveness, with low prior knowledge students benefiting most; (3) Effective human teaching strategies (metacognitive instruction, scaffolding) were also effective for PAs; (4) Both humanoid and non-humanoid agents were better than no-PA conditions; (5) Medium-level design decisions showed mixed results with few consistencies; (6) Detail-level preferences (age, gender, ethnicity) influenced learner preferences but not consistently learning outcomes. The study concludes that pedagogical strategies matter more than appearance, though learner characteristics may moderate effectiveness.

Type d'agent : Pedagogical agents (virtual characters)

Conception/Apparence : Embodied virtual characters on screen that interact with learners. Varied from humanoid (cartoon humans) to non-humanoid (animals, objects). Different levels of realism, animation, communication modes (spoken/text), and roles (instructor/peer).

Public cible : K-12 learners

Students in elementary, middle, and high school settings (grades K-12). Studies examined various learner characteristics including prior knowledge, demographics (gender, ethnicity), cognitive factors, and special populations (students with autism).

CONTEXTE D'UTILISATION

Educational technologies and digital learning environments including tutorial programs, intelligent tutoring systems, microworlds, virtual reality, and game-based

learning systems.

MÉTHODOLOGIE

Systematic review following PRISMA guidelines. Comprehensive search across nine databases using specific search terms for pedagogical agents in K-12 contexts. Studies had to compare at least two conditions with visible PAs and involve K-12 learners. Data extraction used Heidig and Clarebout's PACU and PALD frameworks. Inter-rater agreement of 90% achieved on 22% of studies.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Pedagogical strategies effective for human teachers (metacognitive instruction, scaffolding, providing explanations) were effective when used by PAs. Both humanoid and non-humanoid agents led to better learning than non-PA conditions. Learner characteristics (prior knowledge, demographics) influenced PA effectiveness, with low prior knowledge students benefiting most. Learner preferences for PA appearance didn't consistently translate to learning improvements. Agent customization showed promising results but was limited to one research group.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

44 studies met inclusion criteria from 1374 initially identified. Learners preferred similarly aged PAs and female agents. Effective teaching strategies included divergent questioning, metacognitive scaffolding, and game-based competition. Agent customization led to positive learning and motivation outcomes. Communication strategies where PAs initiated conversations and provided explanations increased engagement.

LIMITES

Few systematic lines of research investigating PA design for K-12 learners. Challenging to draw generalizable conclusions about intersection of agent function and medium design level due to intertwined components. Limited research on intersection of student characteristics and PA design. Most studies were 'one-shot' rather than systematic research programs.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Exploring Persona Characteristics in Learning: A Review Study of Pedagogical Agents

Ces études convergent sur l'importance des caractéristiques de design des agents pour les jeunes apprenants. Elles confirment mutuellement que les stratégies pédagogiques efficaces pour les enseignants humains le sont aussi pour les agents. Toutes deux soulignent l'importance de l'apparence, des expressions faciales et de l'adaptation au public K-12, avec des conclusions similaires sur la supériorité des agents anthropomorphes.

7. Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis

Rong Wu, Zhonggen Yu (2024)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette méta-analyse systématique a examiné 24 études randomisées pour évaluer l'impact des chatbots IA sur les résultats d'apprentissage des étudiants. L'étude a analysé six dimensions : performance d'apprentissage, motivation, auto-efficacité, intérêt, anxiété et valeur perçue de l'apprentissage. Les résultats montrent un effet important ($ES=0.964$) des chatbots IA sur l'ensemble des résultats d'apprentissage. Les chatbots IA améliorent significativement la performance ($ES=1.028$), la motivation ($ES=1.020$), l'auto-efficacité ($ES=1.206$), l'intérêt ($ES=1.084$), la valeur perçue ($ES=1.397$) et réduisent l'anxiété ($ES=-0.715$). L'analyse des modérateurs révèle que les effets sont plus importants dans l'enseignement supérieur que dans le primaire et secondaire, et que les interventions courtes (<10 semaines) sont plus efficaces que les longues (≥ 10 semaines), probablement due à l'effet de nouveauté qui s'estompe avec le temps.

Type d'agent : AI Chatbots

Conception/Apparence : Chatbots conversationnels utilisant le traitement du langage naturel, l'apprentissage automatique, les réseaux de neurones et l'apprentissage profond. Caractéristiques d'interactivité, flexibilité et personnalisation. Capacité à apprendre des interactions précédentes et fournir des réponses en temps réel via texte, voix ou combinaison.

Public cible : Students across educational levels

Étudiants de tous niveaux éducatifs (primaire, secondaire, supérieur) avec des effets variables selon le niveau. L'enseignement supérieur montre les meilleurs résultats, probablement due à une meilleure capacité d'autorégulation et d'engagement avec la technologie chez les étudiants universitaires.

CONTEXTE D'UTILISATION

Educational settings across multiple disciplines

MÉTHODOLOGIE

Méta-analyse systématique suivant les directives PRISMA. Recherche dans 5 bases de données académiques (Elsevier, Web of Science, Taylor & Francis, Wiley, Springer) avec 1387 documents initiaux. 24 études randomisées finalement incluses après application des critères d'inclusion/exclusion. Analyse statistique avec Stata 14.0, calcul des différences moyennes standardisées (SMD) avec intervalles de confiance à 95%. Tests d'hétérogénéité et analyses de modération pour les niveaux éducatifs et la durée d'intervention.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les chatbots IA ont un effet important sur tous les résultats d'apprentissage étudiés. L'efficacité est significativement plus élevée dans l'enseignement supérieur que dans le primaire/secondaire. Les interventions courtes (<10 semaines) sont plus efficaces que les longues (≥ 10 semaines). Les chatbots IA améliorent particulièrement la valeur perçue de l'apprentissage ($ES=1.397$) et l'auto-efficacité ($ES=1.206$), tout en réduisant significativement l'anxiété d'apprentissage.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Effet global important ($ES=0.964$, $p<0.001$). Performance: $ES=1.028$, Motivation: $ES=1.020$, Auto-efficacité: $ES=1.206$, Intérêt: $ES=1.084$, Valeur perçue: $ES=1.397$, Anxiété: $ES=-0.715$. Enseignement supérieur ($ES=1.079$) vs primaire ($ES=0.931$, non-significatif) et secondaire ($ES=0.214$, non-significatif). Interventions courtes ($ES=1.179$) vs longues ($ES=0.492$).

LIMITES

Exclusion d'études manquant de données statistiques suffisantes. Biais de publication détecté dans certaines analyses. Bases de données inaccessibles limitant la couverture. Impossibilité d'analyser d'autres modérateurs (contexte, genre, culture, types de chatbots) due aux limitations des données disponibles. Les résultats doivent être interprétés avec prudence.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Effects of Artificial Intelligence-Powered Virtual Agents on Learning Outcomes in Computer-Based Simulations: A Meta-Analysis

Les deux méta-analyses confirment l'efficacité des agents alimentés par IA avec des tailles d'effet importantes ($ES=0.964$ vs $g=0.43$). Elles partagent des conclusions sur la supériorité dans l'enseignement supérieur et l'importance de la durée d'intervention. Les méthodologies

sont similaires avec analyses de modérateurs, bien que la première couvre plus largement les résultats d'apprentissage incluant les aspects motivationnels.

→ Do Pedagogical Agents Enhance Student Motivation? Unraveling the Evidence Through Meta-Analysis

Ces méta-analyses convergent sur les effets positifs des agents (chatbots IA vs agents pédagogiques) sur la motivation et l'auto-efficacité. La première montre des effets importants sur l'auto-efficacité ($ES=1.206$) et la seconde confirme des effets sur l'auto-efficacité ($g=0.29$). Elles partagent des conclusions sur l'importance du niveau éducatif comme modérateur, bien qu'avec des populations légèrement différentes.

8. Effectiveness of Multimedia Pedagogical Agents Predicted by Diverse Theories: a Meta-Analysis

Juan C. Castro-Alonso, Rachel M. Wong, Olusola O. Adesope, Fred Paas (2021)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette méta-analyse contemporaine de 32 études indépendantes ($N=2104$) publiées entre 2012-2019 examine comment différentes caractéristiques des agents pédagogiques multimédias influencent leur efficacité instructionnelle. L'étude teste des prédictions de six théories : la théorie de la charge cognitive, la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia, l'hypothèse des ordinateurs comme acteurs sociaux, la théorie de l'agence sociale, la vallée dérangeante, et le réseau d'observation de l'action. Les résultats montrent un effet global petit mais significatif ($g+=0.20$) favorisant l'apprentissage avec agents. Les agents 2D ($g+=0.38$) sont plus efficaces que les agents 3D ($g+=0.11$). La plupart des caractéristiques des agents (communication non verbale, mouvement, voix) ne modèrent pas leur efficacité, soutenant l'hypothèse des ordinateurs comme acteurs sociaux.

Type d'agent : Agents pédagogiques multimédias (personnages à l'écran permettant navigation/apprentissage)

Conception/Apparence : Apparence (2D vs 3D), genre (féminin/masculin/autre), communication non verbale (gestuelle, regard, expression faciale), mouvement (statique vs animé), voix (machine vs humaine vs absente)

Public cible : Étudiants et adultes

Étudiants d'école élémentaire, collège, lycée, et niveau post-secondaire (universitaires), avec proportions variables de participants féminins

CONTEXTE D'UTILISATION

Environnements d'apprentissage multimédia dans domaines STEM (biologie, physique, informatique, mathématiques, chimie) et non-STEM (anglais, éducation, droit, langues, histoire)

MÉTHODOLOGIE

Méta-analyse systématique suivant les directives PRISMA. Recherche dans 5 bases de données (Web of Science, ProQuest ERIC, PsycARTICLES, PsycINFO, Dissertations) avec

trois requêtes combinées. Critères d'inclusion : études publiées 2012-2019, en anglais, comparant apprentissage avec/sans agents, participants scolaires/universitaires/adultes, tâches STEM/non-STEM, agents communiquant par narration, mesures de performance instructionnelle. Calcul des tailles d'effet Hedges' g_+ avec analyse des variables modératrices.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Effet global petit mais significatif ($g_+=0.20$) favorisant l'apprentissage avec agents pédagogiques. Les agents 2D ($g_+=0.38$) sont plus efficaces que les 3D ($g_+=0.11$), soutenant les principes de cohérence et d'effet de redondance. Les caractéristiques sociales des agents (gestuelle, regard, expression faciale, mouvement, voix) ne modèrent pas significativement leur efficacité, soutenant l'hypothèse des ordinateurs comme acteurs sociaux. Variations selon la discipline : biologie ($g_+=0.67$) et informatique ($g_+=0.33$) montrent des effets positifs, histoire montre un effet négatif ($g_+=-0.80$). Différences selon la langue et le pays d'étude.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Les agents 2D sont recommandés plutôt que 3D. Les autres caractéristiques (genre, gestuelle, regard, expressions faciales, mouvement, voix) semblent moins pertinentes que l'apparence. Efficacité particulière en biologie et informatique. Différences selon la langue d'instruction et le pays d'étude.

LIMITES

Certaines variables codées avec très peu d'études par groupe limitant les inférences. Analyses séparées des variables modératrices sans considérer les interactions entre caractéristiques. Les analyses de modérateurs sont conduites globalement, comparant entre études différentes plutôt que dans des études uniques. Intervalles de confiance larges pour la plupart des disciplines.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Affect in embodied pedagogical agents: A meta-analytic review

Les deux méta-analyses confirment un effet positif général des agents pédagogiques sur l'apprentissage avec des tailles d'effet globales comparables ($r=0.29-0.35$ vs $g_+=0.20$). Elles partagent des conclusions sur la supériorité des agents 2D par rapport aux 3D et l'importance des caractéristiques sociales. Cependant, leurs approches théoriques diffèrent, la seconde testant spécifiquement des hypothèses de diverses théories.

DIVERGENCES IDENTIFIÉES

→ The impact of pedagogical agent gesturing in multimedia learning environments: A meta-analysis

Ces méta-analyses divergent sur l'importance des caractéristiques gestuelles. La première montre des effets significatifs des gestes ($g=0.39$ pour le transfert), tandis que la seconde ne trouve pas d'effets modérateurs significatifs pour les caractéristiques non-verbales. Cette divergence peut s'expliquer par des critères d'inclusion différents et des périodes d'étude distinctes, soulevant des questions sur la robustesse des effets gestuels.

9. The Design and Impact of the Pedagogical Agent: A Systematic Literature Review

Ati Suci Dian Martha, Harry B. Santoso (2018)

RÉSUMÉ ÉTENDU

This systematic literature review examined 50 empirical studies from 2007-2017 on pedagogical agents. The research identified five main design forms: text (72%), voice, 2-D character, 3-D character (52%), and human (4%). Independent variables were categorized into agent appearance (38%) and agent role (40%), with 22% focusing on both. The study found that 76% of research showed significant positive impacts on student learning outcomes, 50% on student behavior changes, and the combination of character design and role design had significantly positive impacts on both student learning and behavior. The review used social agency theory as the primary theoretical framework and recommended expanding beyond socio-cognitive motivational theories.

Type d'agent : Pedagogical agents (anthropomorphic virtual characters)

Conception/Apparence : Five design forms: text, voice, 2-D character, 3-D character, and human. Can be single or multiple agents with artificial intelligence capabilities supporting student learning processes using various instructional strategies in interactive environments. Teachable agents are a special subset that use learning-by-teaching approaches.

Public cible : Students in online learning environments

Various educational levels from primary school to undergraduate students, though the review notes lack of specific information on pedagogy vs andragogy applications for different age groups

CONTEXTE D'UTILISATION

Online learning environments, computer-based learning systems, intelligent tutoring systems, virtual learning environments, multimedia learning environments

MÉTHODOLOGIE

Systematic literature review following Kitchenham and Charters (2007) guidelines. Searched IEEEXplore, Science Direct, ACM Digital Library, Springer, and Web of Science

databases for papers published 2007-2017. Inclusion criteria: empirical studies in English with learning outcome as dependent variable. From 347 papers found, 121 met inclusion criteria, with 50 papers accepted for final review after excluding those without control groups, significant evidence, or relevance.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Most widely used design form is text (72%) followed by 3-D character (52%). Independent variables categorized into agent appearance (presence, performance, age, gesture, appeal, gender, etc.) and agent role (instructor/navigation, collaboration assistant, motivator, expert/mentor, etc.). 76% of studies showed significant positive impact on student learning outcomes, 50% on student behavior. Combination of pedagogical agent designs and role designs has significant positive impacts on both student learning and student behavior.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Text-based agents most common (72%), 3-D characters second most used (52%), human representation least used (4%). Agent appearance variables include presence, performance, age, gesture, appeal, gender, cueing, enthusiasm, ethnicity. Agent role variables include instructor/navigation, collaboration assistant, motivator, expert/mentor, facilitator. Significant positive impacts found on student performance, learning activities, motivation, engagement, self-efficacy, and attitudes.

LIMITES

Only 50 papers showed significant results out of 121 that met inclusion criteria. Limited information on how pedagogical agents are applied in instructional design using pedagogy or andragogy. Most studies focused on socio-cognitive motivational framework with limited exploration of other motivational theories. Only four papers used self-efficacy and two used self-regulated learning as impact variables.

TRAVAUX D'EXTENSION

→ New Trends in Pedagogical Agents in Education

Ces deux revues offrent des perspectives complémentaires sur l'évolution des agents pédagogiques. La première se concentre sur la période 2007-2017 avec une analyse systématique, tandis que la seconde couvre 25 ans d'évolution. Elles convergent sur

l'identification des tendances futures (agents conversationnels, réalité virtuelle) et l'importance du design combinant apparence et rôle.

10. Effects of Artificial Intelligence-Powered Virtual Agents on Learning Outcomes in Computer-Based Simulations: A Meta-Analysis

Chih-Pu Dai, Fengfeng Ke, Yanjun Pan, Jwoong Moon, Zhichun Liu (2024)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette méta-analyse systématique évalue les effets des agents virtuels alimentés par l'intelligence artificielle dans les simulations informatiques d'apprentissage. L'étude analyse 49 tailles d'effet dérivées de 22 études empiriques impliquant 4911 participants. Les résultats montrent un effet global positif moyen ($g = 0.43$, $SE=0.08$, IC 95% [0.27, 0.59]) favorisant l'utilisation d'agents virtuels alimentés par l'IA. Les analyses de modération révèlent que la durée d'intervention, les technologies IA, et la représentation des agents virtuels expliquent significativement l'hétérogénéité des effets. L'IA basée sur des modules montre la plus haute efficacité ($g = 0.50$), suivie par NLP/ML ($g = 0.42$). Les agents humanoïdes avec interactions textuelles produisent les meilleurs résultats ($g = 0.78$). L'étude fournit des preuves systématiques soutenant l'adoption d'agents virtuels alimentés par l'IA dans l'apprentissage basé sur simulation.

Type d'agent : Agents virtuels alimentés par intelligence artificielle

Conception/Apparence : Agents utilisant différentes technologies IA (scriptée, basée sur règles, basée sur modules, NLP/ML), diverses modalités (verbal, textuel, multimodal), représentations variées (humanoïdes, fictionnels, mixtes), rôles multiples (guidance, feedback, hints, instruction, compagnon social)

Public cible : Apprenants tous niveaux

Élèves du primaire au supérieur et adultes, dans domaines variés: mathématiques, sciences, études médicales, compétences transversales, apprentissage des langues

CONTEXTE D'UTILISATION

Simulations informatiques d'apprentissage incluant réalité virtuelle, laboratoires virtuels, jeux de simulation, simulations médicales

MÉTHODOLOGIE

Méta-analyse systématique avec recherche dans APA PsycInfo, APA PsycNet, ERIC et Web of Science. Critères d'inclusion: études expérimentales comparant agents virtuels IA vs non-IA dans simulations d'apprentissage. Analyse des effets avec modèle à effets

aléatoires et estimation de variance robuste. Analyse de modération ANOVA pour variables catégorielles et métarégression pour variables continues.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Effet global positif moyen $g = 0.43$ ($p < 0.001$) favorisant les agents virtuels IA. Modérateurs significatifs: durée d'intervention ($\leq 30\text{min}$ et $\geq 120\text{min}$ plus efficaces), technologies IA (IA basée modules > NLP/ML > IA scriptée > IA basée règles), représentation (agents humanoides avec texte > agents fictionnels > agents humanoides), type de publication. Pas de différence significative pour niveau d'éducation, domaine, rôle des agents, modalité, ou environnement d'apprentissage.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Taille d'effet globale $g = 0.43$ avec IC 95% [0.27, 0.59]. IA basée modules la plus efficace ($g = 0.50$), agents humanoides avec interactions textuelles les plus performants ($g = 0.78$). Interventions courtes ($\leq 30\text{min}$) et longues ($\geq 120\text{min}$) plus efficaces que durées intermédiaires.

LIMITES

Nombre limité d'études éligibles dû aux critères stricts et styles de rapport. Certaines catégories de modérateurs ont des échantillons restreints. Variables motivationnelles exclues de l'analyse. Classification des simulations basée sur Merchant et al. (2014) peut être limitante avec l'évolution technologique.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis

Les deux méta-analyses confirment l'efficacité des agents alimentés par IA avec des tailles d'effet importantes ($ES=0.964$ vs $g=0.43$). Elles partagent des conclusions sur la supériorité dans l'enseignement supérieur et l'importance de la durée d'intervention. Les méthodologies sont similaires avec analyses de modérateurs, bien que la première couvre plus largement les résultats d'apprentissage incluant les aspects motivationnels.

11. New Trends in Pedagogical Agents in Education

Luis Alfaro, Claudia Rivera, Jorge Luna-Urquiza, Elisa Castañeda, Jesús Zuñiga-Cueva, María Rivera-Chavez (2020)

RÉSUMÉ ÉTENDU

This work presents a systematic literature review of 53 publications over 25 years on pedagogical agents. The study analyzes the evolution from basic intelligent tutoring systems to sophisticated multi-agent systems incorporating emotions, natural language processing, and immersive technologies. The research examines various agent architectures including multi-agent systems, neural pedagogical agents, and animated agents. Key findings show that pedagogical agents significantly improve learning performance through adaptability, realistic simulations, socio-cultural awareness, and enhanced motivation. The paper identifies current trends toward conversational agents, relational agents, VR-based cohabiting agents, and agents in digital ecosystems.

Type d'agent : Pedagogical Agents

Conception/Apparence : Anthropomorphic virtual characters with high adaptability, versatility, realistic simulation capabilities, socio-cultural awareness, ability to foster commitment and motivation, support for cognitive learning, emotional expression through facial expressions and body movements, natural language processing, multimodal dialogue capabilities

Public cible : Students in online learning environments

Students across various educational levels using Learning Management Systems (LMS), with particular focus on e-learning contexts where students may feel isolated and disconnected

CONTEXTE D'UTILISATION

Online learning environments, Learning Management Systems (LMS), Intelligent Tutoring Systems (ITS), web-based education platforms

MÉTHODOLOGIE

Systematic literature review following guidelines by Webster and Watson, and Okoli and Schabram. Initial search yielded 183 publications, filtered to 53 through exclusion

criteria including research objectives, relevance, and publication time. Analysis conducted using metadata matrix and conceptual framework.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Pedagogical agents significantly improve learning performance and student behavior through various design factors. Agents can fulfill roles as tutors, peer tutors, collaborators, competitors, and troublemakers. Future trends include conversational agents with advanced NLP, relational agents with empathic capabilities, VR-based cohabiting agents, and integration into digital ecosystems.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Students interacting with pedagogical agents perform better in tests and problem solving than those who do not. Agents provide increased motivation, participation, and lower anxiety levels. Significant improvement in learning performance through adaptive educational interactions, continuous feedback, and emotional support.

LIMITES

Limited to 53 publications after filtering. Lack of formulation of general theory for pedagogical framework. Many decisions still based on empirical experiments rather than established principles. Human cognition remains subject of speculation in some areas.

TRAVAUX D'EXTENSION

→ The Design and Impact of the Pedagogical Agent: A Systematic Literature Review

Ces deux revues offrent des perspectives complémentaires sur l'évolution des agents pédagogiques. La première se concentre sur la période 2007-2017 avec une analyse systématique, tandis que la seconde couvre 25 ans d'évolution. Elles convergent sur l'identification des tendances futures (agents conversationnels, réalité virtuelle) et l'importance du design combinant apparence et rôle.

12. Pedagogical Agents

George Veletsianos, Gregory S. Russell (2013)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette revue systématique examine la littérature sur les agents pédagogiques publiée entre 2005 et 2011. Les auteurs identifient cinq principales revendications des chercheurs: (1) les agents pédagogiques sont adaptables et polyvalents, (2) ils génèrent des simulations réalistes, (3) ils répondent aux besoins socioculturels des apprenants, (4) ils favorisent l'engagement, la motivation et la responsabilité, et (5) ils améliorent l'apprentissage et la performance. Cependant, les preuves empiriques soutenant ces affirmations sont mitigées et souvent contradictoires. La recherche actuelle se concentre principalement sur les aspects cognitifs à travers des méthodes expérimentales, bien que les investigations socioculturelles gagnent en popularité. Les auteurs recommandent des études longitudinales, des approches méthodologiques diversifiées, et l'investigation des agents dans des environnements d'apprentissage ouverts et naturalistiques.

Type d'agent : Agents pédagogiques anthropomorphes (incluant agents conversationnels et agents enseignables)

Conception/Apparence : Personnages virtuels anthropomorphes intégrés dans des environnements d'apprentissage en ligne, capables d'interagir via gestes, langage naturel ou expressions faciales, servant comme instructeurs, motivateurs, compagnons d'apprentissage ou modèles sociaux

Public cible : Apprenants en environnements d'apprentissage en ligne

Étudiants de différents âges et niveaux éducatifs, incluant des populations spécifiques comme les femmes et minorités sous-représentées en informatique, étudiants en services humains, adolescents

CONTEXTE D'UTILISATION

Environnements d'apprentissage en ligne, systèmes de tutorat intelligent, environnements d'apprentissage ouverts, mondes virtuels, jeux vidéo éducatifs

MÉTHODOLOGIE

Revue systématique de la littérature sur les agents pédagogiques publiée entre 2005-2011, synthèse des revendications théoriques et évaluation des preuves empiriques

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les preuves empiriques pour les cinq principales revendications sur les agents pédagogiques sont mitigées et contradictoires. La recherche actuelle se concentre sur les préoccupations cognitives avec des méthodes expérimentales, mais les investigations socioculturelles deviennent de plus en plus populaires. Simplement ajouter des agents pédagogiques dans un environnement numérique ne conduit pas nécessairement à de meilleurs résultats d'apprentissage.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Effets mitigés sur l'apprentissage et la motivation, certaines études montrent des bénéfices (effet persona, gains d'apprentissage avec AutoTutor), d'autres ne trouvent pas de différences significatives par rapport aux conditions de contrôle, importance de l'apparence et de la qualité de l'agent

LIMITES

Résultats contradictoires dus aux différences dans la conception des expériences, variété des modalités d'agents dans différents domaines de contenu rendant les comparaisons difficiles, multiplicité des variables interagissant de manière complexe, manque d'études longitudinales dans des contextes naturalistiques.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?

Ces deux revues convergent sur des critiques méthodologiques similaires : manque d'études avec groupes contrôles appropriés, grande hétérogénéité des agents étudiés, et preuves empiriques mitigées. Elles partagent le constat que simplement ajouter un agent ne garantit pas une amélioration de l'apprentissage et appellent toutes deux à des approches plus rigoureuses et des études longitudinales.

TRAVAUX D'EXTENSION

→ Face-to-Face Interaction with Pedagogical Agents, Twenty Years Later

Ces deux revues offrent une perspective temporelle unique sur l'évolution des agents pédagogiques. La première couvre 2005-2011 avec un constat de résultats mitigés, tandis que

la seconde revisite les prédictions de 2000 après 20 ans. Elles convergent sur l'efficacité accrue des agents dans certains contextes (jeunes apprenants, STEM) et l'importance des avancées technologiques pour réaliser les promesses initiales.

13. Do Pedagogical Agents Enhance Student Motivation? Unraveling the Evidence Through Meta-Analysis

Jessica R. Gladstone, Noah L. Schroeder, Stef Heidig, Shan Zhang, Chris Palaguachi, Marcin Pitera (2025)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette recherche comble une lacune importante en examinant l'impact des agents pédagogiques sur des construits motivationnels spécifiques plutôt que sur la 'motivation' en général. Utilisant des méta-analyses à trois niveaux avec estimation de variance robuste, l'étude analyse 58 articles (304 comparaisons) guidée par quatre théories : la théorie cognitive sociale, la théorie de la valeur-attente située, la théorie de l'intérêt et la théorie de l'autodétermination. Les résultats montrent des effets significatifs sur l'auto-efficacité ($g=0.29$) et l'intérêt ($g=0.30$), mais pas sur les croyances de valeur, l'utilité, l'engagement ou la motivation intrinsèque. L'analyse des modérateurs révèle que les expressions faciales et le niveau scolaire modèrent significativement les effets. L'étude souligne l'importance d'une conception intentionnelle des AP et de mesures théoriquement fondées.

Type d'agent : Agents pédagogiques virtuels (personnages virtuels, agents conversationnels, agents motivationnels)

Conception/Apparence : Agents avec ou sans expressions faciales, gestes, regard, différents rôles (instructeur, compagnon, motivateur), formes humaines et non-humaines, âges variés

Public cible : Apprenants de tous niveaux scolaires (primaire à post-secondaire) et apprenants adultes

Effet le plus fort pour les étudiants de 7e-9e année ($g=0.77$) et les apprenants adultes hors enseignement post-secondaire ($g=0.44$)

CONTEXTE D'UTILISATION

Environnements d'apprentissage numériques variés incluant systèmes tutoriels, jeux éducatifs, simulations, cours en ligne

MÉTHODOLOGIE

Méta-analyse systématique à trois niveaux avec estimation de variance robuste (CHERVE) sur 58 études incluant 304 comparaisons, utilisant quatre théories motivationnelles comme cadre conceptuel

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les agents pédagogiques influencent significativement les attentes d'auto-efficacité ($g=0.29$, $p<0.001$) et l'intérêt des apprenants ($g=0.30$, $p=0.01$), mais n'ont pas d'effet significatif sur les croyances de valeur, l'utilité, l'engagement ou la motivation intrinsèque

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Effets modérés sur l'auto-efficacité et l'intérêt, pas d'effet sur la motivation intrinsèque, l'engagement ou les croyances de valeur. Les expressions faciales et le niveau scolaire modèrent significativement les effets

LIMITES

Impossibilité d'examiner les impacts à long terme, peu d'études sur certains construits (motivation intrinsèque), manque d'examen des caractéristiques démographiques des agents et apprenants, tests de biais de publication limités pour les modèles à trois niveaux

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis

Ces méta-analyses convergent sur les effets positifs des agents (chatbots IA vs agents pédagogiques) sur la motivation et l'auto-efficacité. La première montre des effets importants sur l'auto-efficacité ($ES=1.206$) et la seconde confirme des effets sur l'auto-efficacité ($g=0.29$). Elles partagent des conclusions sur l'importance du niveau éducatif comme modérateur, bien qu'avec des populations légèrement différentes.

TRAVAUX D'EXTENSION

→ The effects of affective pedagogical agent in multimedia learning environments: A meta-analysis

La mété-analyse de 2024 étend celle de 2020 en examinant spécifiquement la motivation à travers quatre théories établies plutôt que comme construct global. Elle confirme les effets sur l'auto-efficacité ($g=0.29$) identifiés précédemment mais nuance les résultats en montrant des

effets non-significatifs sur d'autres aspects motivationnels. Cette approche théoriquement fondée représente une évolution méthodologique importante.

14. Exploring Persona Characteristics in Learning: A Review Study of Pedagogical Agents

Yayi Tao, Guangli Zhang, Di Zhang, Fang Wang, Yun Zhou, Tao Xu (2022)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette étude de revue systématique analyse les effets des agents pédagogiques sur l'apprentissage en se concentrant sur cinq caractéristiques de persona: l'apparence, le genre, l'expression faciale, la voix et les mouvements. Les agents pédagogiques sont des personnages numériques qui assistent l'instruction en fournissant coaching, feedback et support émotionnel et social. Les recherches montrent des résultats mixtes - certains agents favorisent l'apprentissage tandis que d'autres augmentent la charge de travail et causent des distractions. L'étude révèle que les agents bien conçus sont plus susceptibles de promouvoir un apprentissage profond, et que différentes caractéristiques impactent différemment la rétention, le transfert de connaissances et l'expérience d'apprentissage selon le public cible et le contexte.

Type d'agent : Agents pédagogiques (tuteurs, assistants, motivateurs, partenaires d'apprentissage, compétiteurs, créateurs de problèmes)

Conception/Apparence : Apparence (2D/3D, humaine/non-humaine), genre (masculin/féminin), expressions faciales (heureux, triste, neutre, etc.), voix (humaine/synthétique), mouvements (gestes, regard, posture)

Public cible : Étudiants K-12 et universitaires

Les agents pédagogiques ont un impact plus important sur les étudiants K-12 comparé aux étudiants universitaires. L'âge et le niveau d'éducation influencent l'efficacité des agents.

CONTEXTE D'UTILISATION

Environnements d'apprentissage interactifs numériques, apprentissage multimédia, réalité virtuelle, systèmes d'enseignement intelligents

MÉTHODOLOGIE

Revue de littérature systématique utilisant les bases de données Science Direct, Google Scholar et Web of Science avec les mots-clés 'agent persona AND pedagogical agent' et 'agent persona AND virtual human'

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les cinq caractéristiques principales (apparence, genre, expression faciale, voix, mouvements) influencent différemment l'apprentissage. Les agents 2D sont parfois plus efficaces que les agents 3D. Les agents trop réalistes peuvent provoquer un effet 'uncanny valley'. Les expressions faciales dynamiques améliorent les performances. La voix humaine est généralement meilleure que la voix synthétique. Les gestes déictiques sont plus efficaces que les gestes rythmiques.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Impact faible mais significatif des agents pédagogiques sur l'apprentissage selon la méta-analyse de Schroeder et al. Les agents avec gestes améliorent la compréhension mathématique. Les expressions faciales dynamiques améliorent les performances en mathématiques. L'effet 'persona effect' montre que même les personnages les moins expressifs peuvent impacter positivement l'expérience d'apprentissage.

LIMITES

Pas de consensus clair sur l'impact global des agents pédagogiques. Coûts de développement élevés pour les agents 3D de haute qualité. Résultats contradictoires selon les études.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ **Pedagogical agent design for K-12 education: A systematic review**

Ces études convergent sur l'importance des caractéristiques de design des agents pour les jeunes apprenants. Elles confirment mutuellement que les stratégies pédagogiques efficaces pour les enseignants humains le sont aussi pour les agents. Toutes deux soulignent l'importance de l'apparence, des expressions faciales et de l'adaptation au public K-12, avec des conclusions similaires sur la supériorité des agents anthropomorphes.

→ **The appearance effect: Influences of virtual agent features on performance and motivation**

Ces études convergent sur l'importance cruciale des caractéristiques d'apparence des agents (genre, attractivité, âge) pour l'engagement et la motivation des apprenants. Elles confirment mutuellement que les préférences d'apparence influencent l'expérience d'apprentissage, bien

que l'impact sur la performance soit moins systématique. Les deux soulignent l'effet de similarité et l'importance de l'adaptation au public cible.

15. Face-to-Face Interaction with Pedagogical Agents, Twenty Years Later

W. Lewis Johnson, James C. Lester (2016)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette rétrospective examine l'évolution des agents pédagogiques animés vingt ans après leur introduction. Les auteurs analysent quelles prédictions de leur article de 2000 se sont réalisées, quelles capacités se sont révélées utiles, et ce qui a été appris depuis. Les agents pédagogiques se sont avérés bénéfiques mais pas uniformément pour tous les problèmes d'apprentissage, applications et populations d'apprenants. Le domaine a vu des avancées significatives en humains virtuels, informatique affective et traitement du langage naturel. Les recherches confirment l'efficacité des agents dans certains contextes, particulièrement pour les jeunes apprenants et en sciences/mathématiques. L'article explore aussi les développements futurs, notamment l'intégration robotique et l'éducation personnalisée.

Type d'agent : Agents pédagogiques animés multimodaux

Conception/Apparence : Personnages autonomes avec capacités multimodales incluant démonstrations interactives, guidance navigationnelle, gestes et regard, feedback non-verbal, signaux conversationnels, expression et évocation d'émotions, rôles de coéquipiers virtuels, et interaction pédagogique adaptative

Public cible : Apprenants K-12 et étudiants universitaires

Plus efficaces pour les apprenants jeunes (K-12) que pour les étudiants post-secondaires, et pour les apprenants novices plutôt qu'avancés. Particulièrement motivants pour les étudiants âgés de 10-14 ans.

CONTEXTE D'UTILISATION

Environnements d'apprentissage interactifs, formations basées sur le jeu, simulations culturelles, et applications d'apprentissage mixte

MÉTHODOLOGIE

Analyse rétrospective et méta-analyse de la littérature sur 20 ans de recherche en agents pédagogiques, incluant l'examen de 43 études impliquant plus de 3000 sujets

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les agents pédagogiques améliorent l'apprentissage par rapport aux environnements sans agents, sont plus efficaces en sciences/mathématiques qu'en sciences humaines, et fonctionnent mieux avec les jeunes apprenants (K-12) qu'avec les étudiants post-secondaires. Les agents parlants sont plus efficaces que les agents textuels, et la politesse améliore les résultats d'apprentissage.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Méta-analyse de 43 études montrant des effets statistiquement significatifs sur l'apprentissage, avec une efficacité particulière en STEM et pour les jeunes apprenants. Plus de 50 000 stagiaires ont utilisé les VCATs d'Alelo dans plus de 80 pays.

LIMITES

Beaucoup de questions demeurent sur quand les agents sont les plus efficaces et comment les concevoir pour maximiser l'efficacité. Les technologies sophistiquées peuvent être difficiles à comprendre et contrôler pour les utilisateurs, ce qui peut freiner l'adoption.

TRAVAUX D'EXTENSION

→ Pedagogical Agents

Ces deux revues offrent une perspective temporelle unique sur l'évolution des agents pédagogiques. La première couvre 2005-2011 avec un constat de résultats mitigés, tandis que la seconde revisite les prédictions de 2000 après 20 ans. Elles convergent sur l'efficacité accrue des agents dans certains contextes (jeunes apprenants, STEM) et l'importance des avancées technologiques pour réaliser les promesses initiales.

16. A systematic review of pedagogical agent research: Similarities, differences and unexplored aspects

Laduona Dai, Merel M. Jung, Marie Postma, Max M. Louwerse (2022)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette revue systématique analyse 75 études sur les agents pédagogiques publiées entre 2010-2021. L'étude révèle que la majorité des agents utilisent des formes humanoïdes 3D avec embodiment complet, principalement dans le rôle d'expert fournissant des informations. Les agents avec des modalités plus humaines tendent à faciliter davantage l'apprentissage. La recherche identifie plusieurs lacunes: sous-représentation de la population K12, utilisation limitée en réalité virtuelle, échantillons petits, et évaluation principalement à court terme. Les questionnaires MCQ dominent l'évaluation des résultats d'apprentissage, se concentrant sur les niveaux de connaissances inférieurs selon la taxonomie de Bloom.

Type d'agent : Agents pédagogiques embodied

Conception/Apparence : Majoritairement humanoïdes 3D avec embodiment complet, voix humaine ou synthétisée, rôle d'expert, fonction de source d'information. Logiciels courants: iClone, Media Semantics Character Builder, AutoTutor

Public cible : Population principalement post-primaire et universitaire

Sous-représentation significative des étudiants K12, majorité des participants provenant des niveaux lycée et université. Âge moyen des participants variant de ~10 à ~30 ans

CONTEXTE D'UTILISATION

Environnements d'apprentissage formels (salles de classe, laboratoires) principalement, quelques études en ligne et en réalité virtuelle/augmentée

MÉTHODOLOGIE

Revue systématique suivant le protocole PRISMA avec recherche dans 5 bases de données (ProQuest, Web of Science, EbscoHost, Scopus, Wiley). Procédure de sélection en trois phases: recherche initiale, exclusion par mots-clés, sélection manuelle. 75

études finales analysées selon trois directions: caractéristiques de conception des agents, variables modératrices, et instruments d'évaluation.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Les agents humanoïdes 3D avec embodiment complet sont les plus utilisés. Les agents avec des modalités plus humaines facilitent mieux l'apprentissage que ceux sans ces caractéristiques. La plupart des agents ont un rôle d'expert avec fonction de source d'information. Sous-représentation significative de la population K12 (93% des études avec échantillons ≤ 250 participants). Utilisation très limitée de la réalité virtuelle malgré son potentiel. Évaluation principalement à court terme avec prédominance des MCQ pour les niveaux de connaissances inférieurs.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Les agents avec des caractéristiques plus humaines (expressions faciales, gestes, voix humaine) surpassent leurs homologues moins humains. Efficacité équivalente aux tuteurs humains dans certaines études. Effets partiels selon les caractéristiques des apprenants (genre, niveau de connaissances préalables)

LIMITES

Recherche limitée aux articles en anglais publiés entre 2010-2021. Focus sur les agents embodied excluant les chatbots textuels. Participants limités aux moins de 30 ans. Manque de standardisation dans les méthodes d'évaluation entre les études. Peu d'attention aux effets à long terme et aux niveaux de connaissances supérieurs.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ The appearance effect: Influences of virtual agent features on performance and motivation

Ces études convergent sur l'efficacité supérieure des agents avec des caractéristiques plus humaines. La revue systématique montre que les agents humanoïdes 3D avec embodiment complet sont plus efficaces, tandis que l'étude expérimentale confirme que l'apparence influence la motivation. Elles partagent des conclusions sur l'importance de l'anthropomorphisme et de l'adaptation aux préférences des apprenants.

TRAVAUX D'EXTENSION

→ Designing and Learning With Pedagogical Agents: An Umbrella Review

La revue de 2022 étend celle de 2024 en analysant spécifiquement les aspects méthodologiques et expérimentaux des études sur les agents. Elle confirme les conclusions mitigées sur l'efficacité mais apporte une perspective critique sur la qualité des études. Les deux identifient des lacunes similaires dans les théories existantes et recommandent des approches plus rigoureuses.

17. The appearance effect: Influences of virtual agent features on performance and motivation

Youssef Shiban, Iris Schelhorn, Verena Jobst, Alexander Hörlein, Frank Puppe, Paul Pauli, Andreas Mühlberger (2015)

RÉSUMÉ ÉTENDU

Cette recherche explore l'effet 'persona' des agents pédagogiques anthropomorphes dans l'apprentissage en ligne, en se concentrant spécifiquement sur l'apparence des agents. L'étude a été menée avec 108 étudiants en psychologie dans un cours obligatoire de statistiques. Les participants ont été répartis en trois groupes : un avec un agent masculin (Edgar - perçu comme âgé et moins attractif), un avec un agent féminin (Minnie - perçue comme jeune et attractive), et un groupe de contrôle sans agent. Les agents fournissaient un feedback élaboratif et utilisaient des expressions faciales et des gestes pour réagir aux réponses correctes ou incorrectes. Les résultats montrent que l'agent féminin a significativement augmenté l'intérêt des étudiants pour le sujet par rapport à l'agent masculin, confirmant l'hypothèse de similarité. Cependant, aucun agent n'a amélioré la performance à l'examen final. L'étude révèle que les caractéristiques d'apparence des agents tutoriels influencent indépendamment la motivation et la performance des étudiants.

Type d'agent : Agents pédagogiques anthropomorphes virtuels statiques

Conception/Apparence : Edgar: agent masculin, perçu comme âgé, moins attractif, plus crédible. Minnie: agent féminin, perçue comme jeune, attractive, féminine. Les deux agents utilisaient des expressions faciales, des gestes déictiques, applaudissaient pour les bonnes réponses et montraient de la déception pour les mauvaises réponses.

Public cible : Étudiants universitaires en psychologie

108 étudiants en psychologie (18-28 ans, moyenne 20.20 ans), 73 femmes et 21 hommes, suivant un cours obligatoire de statistiques

CONTEXTE D'UTILISATION

Cours de méthodes statistiques quantitatives pour étudiants en licence de psychologie à l'Université de Würzburg, Allemagne. Apprentissage en ligne avec cas d'entraînement comme aide à la préparation d'examen.

MÉTHODOLOGIE

Étude expérimentale randomisée contrôlée avec trois groupes (agent masculin, agent féminin, groupe contrôle sans agent). Mesures quantitatives incluant les notes d'examen final, questionnaires de motivation (intérêt et plaisir d'apprentissage), et évaluation des agents via l'Agent Persona Instrument (API). Analyses statistiques avec contrastes planifiés et tests t indépendants.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

L'agent féminin (Minnie) a significativement augmenté l'intérêt des étudiants pour le matériel de cours comparé à l'agent masculin (Edgar). Aucun des agents n'a amélioré la performance à l'examen final par rapport au groupe contrôle. L'agent masculin était perçu comme plus crédible mais n'a eu aucun effet positif sur la motivation. Les effets sur la motivation et la performance sont indépendants.

RÉSULTATS SPÉCIFIQUES

Effet significatif de l'agent féminin sur l'intérêt ($t(105) = 1.96, p = .027, d = 0.56$). Aucun effet des agents sur la performance d'examen ($p = .982$). Tendance à une meilleure performance pour l'agent masculin vs féminin ($p = .097$). Corrélations entre performance et motivation: $r = .22$ pour l'intérêt, $r = .42$ pour le plaisir d'apprentissage.

LIMITES

Distribution inégale des genres entre les groupes (42% d'hommes dans le groupe contrôle vs 9-15% dans les groupes avec agents). Mesure limitée de la motivation (seulement deux questions). Absence de pré-test pour détecter les différences initiales. Agents sans voix parlée. Validité écologique limitée par l'impossibilité de contrôler si les étudiants ont résolu les cas individuellement ou en groupe.

CONVERGENCES IDENTIFIÉES

→ Exploring Persona Characteristics in Learning: A Review Study of Pedagogical Agents

Ces études convergent sur l'importance cruciale des caractéristiques d'apparence des agents (genre, attractivité, âge) pour l'engagement et la motivation des apprenants. Elles confirment mutuellement que les préférences d'apparence influencent l'expérience d'apprentissage, bien que l'impact sur la performance soit moins systématique. Les deux soulignent l'effet de similarité et l'importance de l'adaptation au public cible.

→ A systematic review of pedagogical agent research: Similarities, differences and unexplored aspects

Ces études convergent sur l'efficacité supérieure des agents avec des caractéristiques plus humaines. La revue systématique montre que les agents humanoïdes 3D avec embodiment complet sont plus efficaces, tandis que l'étude expérimentale confirme que l'apparence influence la motivation. Elles partagent des conclusions sur l'importance de l'anthropomorphisme et de l'adaptation aux préférences des apprenants.

Classification et Taxonomie des Agents

Types d'agents étudiés

Agents pédagogiques affectifs (3)

Chatbots IA conversationnels (2)

Agents gestuels et embodied (4)

Agents tutoriels traditionnels (6)

- **Agents pédagogiques affectifs:** Agents avec capacités émotionnelles, expressions faciales, comportements empathiques et supportifs
- **Chatbots IA conversationnels:** Agents utilisant NLP, ML, et apprentissage profond pour interactions textuelles/vocales naturelles
- **Agents gestuels et embodied:** Agents 2D/3D avec gestes déictiques, expressions faciales, mouvements corporels
- **Agents tutoriels traditionnels:** Personnages virtuels anthropomorphes avec rôles d'instructeur, mentor, ou assistant

Niveaux d'anthropomorphisme

élevé (8)

moyen (6)

faible (3)

Publics cibles

Étudiants K-12 (4)

Étudiants universitaires (8)

Population mixte (5)

Contextes d'utilisation

Environnements multimédia (6)

Simulations et VR (3)

Systèmes tutoriels intelligents (4)

Apprentissage en ligne (4)

Synthèse des Résultats par Public

Étudiants K-12 (5-18 ans)

Les agents pédagogiques montrent une efficacité particulièrement marquée pour les jeunes apprenants, avec des effets plus importants qu'au niveau universitaire. Les stratégies pédagogiques efficaces pour les enseignants humains (scaffolding, instruction métacognitive) s'avèrent également efficaces pour les agents. Les préférences d'apparence (âge similaire, agents féminins) influencent significativement l'engagement. Les agents anthropomorphes sont plus efficaces que les non-anthropomorphes. L'effet est plus prononcé en sciences et mathématiques qu'en sciences humaines. Les étudiants de 7e-9e année (13-15 ans) montrent les réponses les plus positives aux agents motivationnels.

Recommandations: Utiliser des agents anthropomorphes avec âge adapté au public cible. Intégrer des stratégies pédagogiques éprouvées (questionnement divergent, scaffolding). Privilégier les domaines STEM. Permettre la personnalisation des caractéristiques de l'agent.

Étudiants universitaires (18-25 ans)

L'efficacité des agents est plus modérée qu'au niveau K-12 mais reste significative. Les effets sont particulièrement nets sur l'auto-efficacité ($g=0.29$) et l'intérêt ($g=0.30$) mais moins sur la motivation intrinsèque. Les agents 2D sont souvent plus efficaces que les 3D, évitant la surcharge cognitive. L'apparence influence plus la motivation que la performance académique. Les interventions courtes (<10 semaines) sont plus efficaces, suggérant un effet de nouveauté. Les étudiants en psychologie montrent des réponses variables selon le genre et l'attractivité de l'agent.

Recommandations: Privilégier des agents 2D pour réduire la charge cognitive. Limiter la durée d'intervention pour maintenir l'effet de nouveauté. Se concentrer sur l'amélioration de l'auto-efficacité plutôt que la performance directe. Adapter l'apparence aux préférences démographiques.

Population mixte (tous âges)

Les méta-analyses révèlent des effets globaux positifs mais modestes ($g=0.20-0.43$) sur l'apprentissage. L'efficacité varie significativement selon les caractéristiques des apprenants (connaissances préalables, démographie). Les agents affectifs montrent des bénéfices constants sur les émotions positives et la motivation intrinsèque. Les technologies IA avancées (NLP, ML) produisent de meilleurs résultats que les agents scriptés. La durée d'intervention et le domaine d'application modèrent significativement les effets. Les agents humanoides avec interactions textuelles montrent les meilleures performances.

Recommandations: Adapter le niveau de sophistication technologique au contexte. Utiliser des analyses préalables pour identifier les caractéristiques des apprenants. Intégrer des capacités affectives pour améliorer l'engagement. Varier les modalités d'interaction selon les préférences.

Analyse Méthodologique

Approches communes: Dominance des designs expérimentaux randomisés contrôlés comparant conditions avec/sans agents. Méta-analyses utilisant modèles à effets aléatoires avec calcul d'effets Hedges' g . Analyses de modérateurs systématiques pour identifier les facteurs d'efficacité. Questionnaires standardisés pour mesurer motivation, auto-efficacité et satisfaction.

Forces: Méthodologies rigoureuses avec groupes contrôles appropriés. Analyses statistiques avancées (méta-analyses multi-niveaux, variance robuste). Cadres théoriques solides (théorie charge cognitive, agence sociale). Diversité des contextes et domaines d'application. Attention croissante aux aspects motivationnels et affectifs.

Lacunes identifiées: Manque d'études longitudinales (>10 semaines). Échantillons souvent réduits (<250 participants). Sous-représentation de populations K-12. Mesures focalisées sur niveaux cognitifs inférieurs (mémorisation vs analyse). Peu d'études sur interactions entre caractéristiques multiples d'agents. Évaluation limitée des effets à long terme.

Synthèse Globale de l'Analyse

Ce corpus de 17 articles représente l'état de l'art de la recherche sur les agents pédagogiques entre 2000-2024, révélant une évolution significative du domaine vers une approche plus théoriquement fondée et méthodologiquement rigoureuse. Les méta-analyses récentes convergent sur un consensus émergent : les agents pédagogiques produisent des effets positifs mais modestes ($g=0.20-0.43$) sur l'apprentissage, avec une efficacité particulièrement marquée pour les jeunes apprenants (K-12) et dans les domaines STEM. L'analyse révèle trois générations de recherche : une première période (2000-2011) marquée par des résultats contradictoires et des lacunes méthodologiques, une phase de consolidation (2012-2019) avec des méta-analyses rigoureuses, et une période contemporaine (2020-2024) caractérisée par l'intégration de l'IA avancée et l'approfondissement théorique. Les débats persistants concernent l'importance relative des caractéristiques d'apparence versus les capacités fonctionnelles, avec des preuves émergentes suggérant que les stratégies pédagogiques priment sur l'anthropomorphisme. Les avancées méthodologiques notables incluent l'adoption de méta-analyses multi-niveaux, l'analyse de modérateurs sophistiquée, et l'utilisation de cadres théoriques spécifiques plutôt que de mesures générales de 'motivation'. Les limites communes identifiées incluent la prédominance d'études à court terme, des échantillons réduits, et une focus sur les niveaux cognitifs inférieurs. Pour la recherche future, les priorités incluent des études longitudinales, l'investigation des interactions entre caractéristiques multiples, et l'examen des mécanismes causaux sous-jacents. Pour les praticiens, les recommandations convergent vers l'adaptation au public cible (agents anthropomorphes pour K-12, modalités simplifiées pour universitaires), l'intégration de

stratégies pédagogiques éprouvées, et l'utilisation judicieuse de technologies IA avancées selon le contexte d'application.