



La réalité virtuelle comme espace collaboratif d'apprentissage : enseignements d'une expérimentation

<https://doi.org/10.52358/mm.vi24.555>

Régis Barondeau, professeur agrégé
Université du Québec à Montréal, Canada
barondeau.regis@uqam.ca
<https://orcid.org/0009-0004-3882-4504>

Thibaut Coulon, professeur agrégé
Université du Québec à Montréal, Canada
coulon.thibaut@uqam.ca
<https://orcid.org/0000-0002-1769-0090>

Simon Bourdeau, professeur titulaire
Université du Québec à Montréal, Canada
bourdeau.simon.2@uqam.ca
<https://orcid.org/0000-0001-6660-3398>

Sirléia Ferreira da Silva Rosa, chargée de projets technopédagogiques
Université du Québec à Montréal, Canada
ferreira_da_silva_rosa.sirleia@uqam.ca
<https://orcid.org/0000-0003-4788-8396>

RÉSUMÉ

Cet article analyse de manière critique l'intégration de la réalité virtuelle immersive dans un dispositif d'apprentissage collaboratif en contexte universitaire. Il s'appuie sur une expérimentation pédagogique située menée auprès de 42 étudiants de premier cycle universitaire dans le cadre d'un cours portant sur la collaboration médiatisée et répond à trois défis identifiés dans la littérature : le fossé pédagogique lié au manque de pratiques et de recommandations stabilisées, les contraintes d'interaction sociale en environnement immersif ainsi que les barrières techniques et cognitives susceptibles d'affecter l'apprentissage. Des ateliers, structurés en trois cycles immersifs, mobilisent des rôles différenciés autour d'une tâche de coconstruction tridimensionnelle à l'aide du logiciel Arkio. L'étude adopte une approche qualitative exploratoire fondée sur des observations in situ et des notes de terrain



produites par l'équipe de recherche, analysées selon une démarche inductive articulée autour de trois axes analytiques et appuyée par une triangulation des sources. Les résultats montrent que la réussite des ateliers dépend principalement de la qualité de la scénarisation pédagogique et de l'orchestration logistique, incluant la préparation technique, la structuration des consignes, l'amélioration du retour visuel partagé et l'ajustement progressif des rôles au cours de l'activité.

Mots-clés: réalité virtuelle, apprentissage collaboratif, collaboration, scénarisation pédagogique

Introduction

Largement perçue comme un outil transformateur (Bermejo *et al.*, 2023), la réalité virtuelle (RV) peut soutenir les apprentissages (Cabrera-Duffaut *et al.*, 2024; Papaioannou *et al.*, 2023) et l'exploration de sujets complexes (Hamilton *et al.*, 2021). À la différence des supports multimédias classiques, ses casques de visualisation captent les sens visuels et auditifs, et procurent un fort sentiment de présence, soit l'impression d'être physiquement dans un monde non physique (Bermejo *et al.*, 2023; Cabrera-Duffaut *et al.*, 2024; Craig et Kay, 2023). Elle est de plus en plus mobilisée pour soutenir l'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014) en simulant des scénarios autrement dangereux, coûteux ou logistiquement impossibles (Cabrera-Duffaut *et al.*, 2024; Maroukakis *et al.*, 2023; Paulsen *et al.*, 2024).

Le dispositif mobilisé peut être lu à travers les quatre dimensions du cycle de Kolb (2014) : l'immersion dans Arkio offre une *expérience concrète* de coconstruction tridimensionnelle sous contrainte de communication asymétrique; le rôle d'observateur et les débriefages structurent l'*observation réflexive*; la mise en dialogue avec les concepts du cours soutient la *conceptualisation abstraite*; la rotation des rôles favorise enfin l'*expérimentation active*.

Ce potentiel ne va pas sans défis. Les étudiants perçoivent la RV comme une technologie de pointe sans en saisir les limites pratiques (cybercinétose, contraintes matérielles, performances). Ces limites deviennent problématiques en contexte collaboratif, qui repose sur une compréhension partagée d'un problème commun, soutenue par la coordination, l'attention conjointe et des interactions sociales constantes (Paulsen *et al.*, 2024). Si l'« effet de nouveauté » suscite un fort intérêt, plusieurs défis critiques subsistent (Paulsen *et al.*, 2024).

Le premier défi tient au fossé pédagogique : les pratiques établies pour intégrer la RV dans les programmes demeurent rares (Paulsen *et al.*, 2024; Poellhuber *et al.*, 2024; Van Der Meer *et al.*, 2023). Les enseignants privilégient souvent l'utilisabilité technologique au détriment des objectifs d'apprentissage (Van Der Meer *et al.*, 2023), alors que Poellhuber *et al.* (2024) lient la qualité de la scénarisation pédagogique à l'engagement étudiant. Par scénarisation, ces auteurs entendent le travail articulant les intentions d'apprentissage, les tâches, les rôles, les ressources et les modalités d'interaction propres à l'environnement immersif. Or, les praticiens manquent de recommandations concrètes pour reproduire des ateliers collaboratifs réussis (Paulsen *et al.*, 2024).

Le deuxième défi concerne les contraintes d'interaction sociale : l'apprentissage collaboratif en RV exige une présence sociale et une attention conjointe qui dépassent la simple division du travail, alors que les systèmes actuels souffrent d'une absence de repères non verbaux (expressions faciales, langage corporel) susceptible d'entraver la communication et d'isoler les apprenants (Paulsen *et al.*, 2024).



Le troisième défi tient aux barrières techniques et à la surcharge cognitive : un fort niveau d'immersion peut entraîner une surcharge cognitive ou une cybercinétose¹ (nausées et vertiges) nuisibles à la tâche d'apprentissage (Craig et Kay, 2023; Lewis *et al.*, 2021; Marougkas *et al.*, 2023), tandis que la gestion du matériel et des logiciels spécialisés consomme un temps d'enseignement précieux (Cabrera-Duffaut *et al.*, 2024).

Cet article propose un retour d'expérience analytique sur l'intégration de la RV immersive dans un scénario d'apprentissage collaboratif, mené à l'automne 2025 auprès de 42 étudiants de premier cycle d'une université québécoise inscrits à un cours portant sur les formes de collaboration médiatisée par les technologies numériques.

Le dispositif est entendu comme un agencement de ressources matérielles (salle en îlots, casques de RV, projecteurs, Arkio), humaines (équipe pluriprofessionnelle, étudiants aux rôles différenciés) et organisationnelles (scénarisation, structuration temporelle, modalités d'observation et de collecte). L'analyse repose sur les trois défis identifiés, qui structurent la problématisation, la conception du dispositif, la collecte et l'interprétation des données. L'équipe mobilisée associait les enseignants en technologies de l'information et en management, les spécialistes de la collaboration médiatisée et des dispositifs ludiques éducatifs, et les professionnels de la technopédagogie et de l'assistance technique en RV.

Objectifs pédagogiques

Dans le cadre d'un enseignement consacré aux formes de collaboration à l'ère des dispositifs hybrides, des ateliers ont été créés. Leur objectif pédagogique principal était de permettre aux étudiants d'expérimenter et de comprendre les enjeux de la collaboration à distance médiatisée par des technologies numériques, et en particulier par des environnements immersifs en RV. Le dispositif visait à confronter les étudiants aux contraintes de communication, de coordination et d'alignement des actions propres à ce type de collaboration, ainsi qu'aux dynamiques émergentes entre les participants situés dans le monde physique et ceux évoluant dans le monde virtuel. Les ateliers visaient également à favoriser une prise de recul réflexive sur les pratiques collaboratives mobilisées, à travers des temps de discussion collective permettant de mettre en commun les expériences vécues et de les relier aux concepts théoriques abordés dans le cours.

Dispositif mis en place

Organisation logistique et technique

L'expérimentation a été conduite dans une salle d'enseignement spécialement aménagée afin de soutenir des activités collaboratives médiatisées par la réalité virtuelle (figure 1). La salle était configurée en îlots et comprenait cinq tables fixes, chacune pouvant accueillir jusqu'à six personnes. Chaque îlot disposait d'un rétroprojecteur, permettant d'afficher pour chaque table en continu ce qui se passait dans un des deux casques de la table (figure 2).

¹ <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8869117/cybercinetose>



Figure 1

Salle d'apprentissage actif



Note. © Bastien Vittecoq, 2026. Photo reproduite avec autorisation des ayants droit.

Figure 2

Dispositif mis en œuvre



Note. © Sirléia Rosa, 2026. Photo reproduite avec autorisation des ayants droit.



Sur le plan technique, un réseau fermé a été configuré pour supporter douze casques de réalité virtuelle Meta Quest 2. Chaque casque a été paramétré individuellement et doté d'une adresse unique afin d'assurer la stabilité des connexions et le contrôle des interactions multi-utilisateurs. L'ensemble a été mis à jour, puis équipé d'Arkio dans sa version gratuite, qui permet la coconstruction de structures tridimensionnelles en immersion par deux collaborateurs pour des sessions limitées à 20 minutes. Arkio est un logiciel d'architecture en réalité virtuelle conçu pour la modélisation spatiale collaborative.

La mise en œuvre du scénario et la collecte des données reposaient sur une équipe pluriprofessionnelle composée de trois professeurs-chercheurs, d'une chargée de cours, d'une chargée de projets technopédagogiques et d'une étudiante experte responsable de la gestion opérationnelle du parc de casques. Cette équipe assurait conjointement l'accompagnement pédagogique, le soutien technique et la coordination logistique des ateliers.

La gestion matérielle des casques (préparation, nettoyage et reconfiguration entre les sessions) a été intégrée à l'organisation temporelle de l'atelier afin de limiter les interruptions et de garantir des conditions d'usage homogènes pour l'ensemble des participants.

Scénarisation pédagogique et déroulement des ateliers

À l'automne 2025, nous avons mis en œuvre un scénario pédagogique intégrant la RV auprès de 42 étudiants d'un cours de premier cycle universitaire intitulé *Collaboration à l'ère du travail hybride*. Ce cours est offert dans quatre programmes d'une université québécoise : deux baccalauréats (administration; informatique et génie logiciel) et deux certificats (perfectionnement en gestion; technologies de l'information). Afin de faciliter la gestion des équipements et de préserver des conditions d'interaction comparables, le groupe a été divisé en deux sous-groupes participant à des ateliers distincts. Chaque atelier avait une durée de trois heures et suivait une structure identique (tableau 1).

Tableau 1

Déroulement synthétique d'un atelier en RV

Phase de l'atelier	Durée	Description	Intention pédagogique
Introduction et cadrage	~20 min	Présentation des objectifs, du cadre expérimental et de l'équipe pluriprofessionnelle	Expliciter les compétences visées (communication, coordination, réflexivité) et ancrer l'expérience dans le cycle expérientiel mobilisé par le cours.
Démonstration du matériel	~10 min	Présentation et manipulation physique des casques avant l'entrée en immersion	Réduire les barrières techniques initiales (axe 3) et libérer la charge cognitive pour la tâche collaborative.
Démonstration projetée du dispositif	~15 min	Démonstration projetée sur grand écran des commandes du système Meta, des manettes et des fonctionnalités d'Arkio pour la coconstruction	Construire un référentiel partagé sur les commandes et les fonctionnalités, indépendamment du rôle attribué, pour soutenir la coordination entre les membres immergés et non immergés (axes 1 et 2).



Phase de l'atelier	Durée	Description	Intention pédagogique
Cycles immersifs (3 tours) – Préparation	3 × 10 min	Ajustement des casques, projection d'une vue et entrée des participants dans l'espace virtuel partagé	Sécuriser les conditions techniques de chaque tour et matérialiser l'asymétrie informationnelle entre les rôles, condition d'une communication explicite (axe 2).
Cycles immersifs (3 tours) – Activité	3 × 20 min	Réalisation des activités collaboratives en environnement immersif	Confronter les étudiants aux contraintes de communication asymétrique, de coordination continue et d'alignement entre les espaces réel et virtuel; rendre observables les stratégies déployées (axes 1, 2 et 3).
Cycles immersifs (3 tours) – Post-activité	3 × 10 min	Complétion des questionnaires; nettoyage et reconfiguration du matériel	Favoriser la verbalisation immédiate des observations « à chaud » et préparer la rotation des rôles; soutenir l'observation réflexive au sens du cycle de Kolb.
Discussion en plénière	~15 min	Retour d'expérience des étudiants animé par l'équipe encadrante	Articuler les vécus aux concepts théoriques du cours (présence sociale, attention conjointe, coordination médiatisée); soutenir la conceptualisation abstraite et le transfert.

Description fine des rôles et des tâches

Les ateliers consistaient à concevoir collectivement, à partir de formes géométriques simples, un pavillon d'exposition universelle servant de prétexte pédagogique accessible à des étudiants sans formation en architecture. L'enjeu était moins la production architecturale que le développement de compétences collaboratives en environnement immersif. La tâche reposait sur l'assemblage de formes tridimensionnelles de couleurs distinctes représentant des bâtiments, reliées par des chemins bidimensionnels ou un couloir suspendu. Toutes les formes présentaient des proportions identiques, à l'exception d'une sphère dont la taille devait être le double des autres afin d'introduire des exigences de précision spatiale et de coordination dans la communication.

Les étudiants étaient répartis en groupes de six avec des rôles complémentaires : deux bâtisseurs, un chef de projet, un superviseur et deux observateurs. Cette répartition n'imitait pas une configuration professionnelle, mais entretenait une parenté fonctionnelle avec des situations de conception collaborative médiatisée associant des concepteurs immergés à un coordonnateur disposant d'une vue d'ensemble et à du soutien technique.

Les bâtisseurs étaient les seuls à intervenir en immersion. Équipés des casques Meta Quest 2, ils réalisaient la construction sur la seule base des instructions orales du chef de projet. Pour préserver l'asymétrie informationnelle et solliciter explicitement la communication et la coordination, ils n'avaient pas accès au plan avant l'entrée en RV.



Le chef de projet disposait d'un plan bidimensionnel (figure 3) servant de référence unique, sans possibilité de partage visuel direct. Ce rôle impliquait une traduction constante entre la représentation plane et la construction spatiale immersive, ainsi qu'une attention soutenue à la clarté, à la précision et à la temporalité des consignes. Un rétroprojecteur permettait au chef de projet et au superviseur de suivre les gestes des bâtisseurs dans l'espace virtuel.

Le superviseur assurait un soutien technique (manettes, commandes du système, fonctionnalités d'Arkio) sans intervenir sur les choix de conception, contribuant à limiter les interruptions et la charge cognitive liée à l'outil. Comme le montreront les résultats, ce rôle a toutefois évolué au cours des ateliers, dépassant le seul cadre de l'assistance technique.

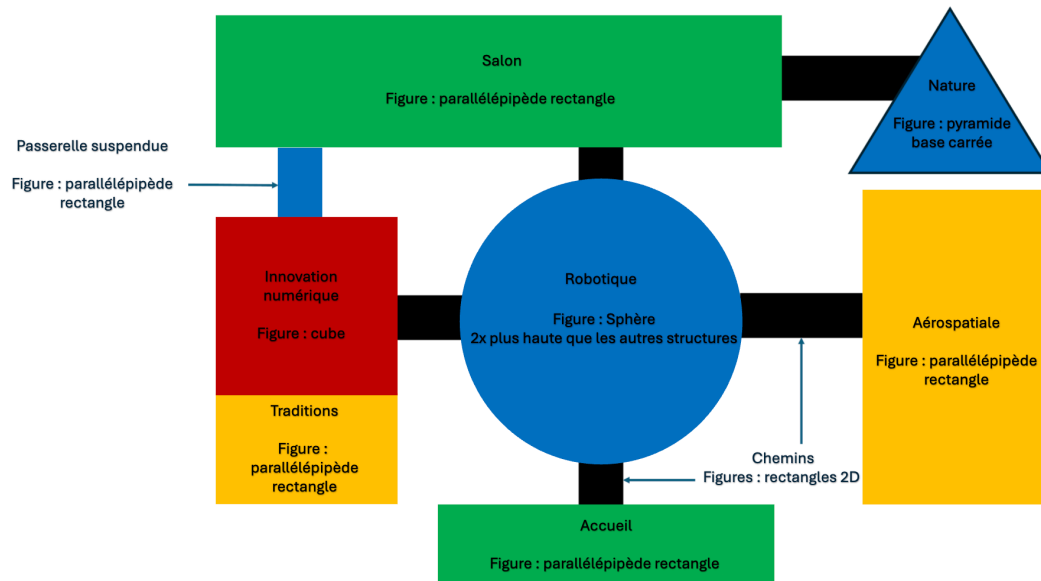
Figure 3

Plans à reproduire à l'aide du dispositif



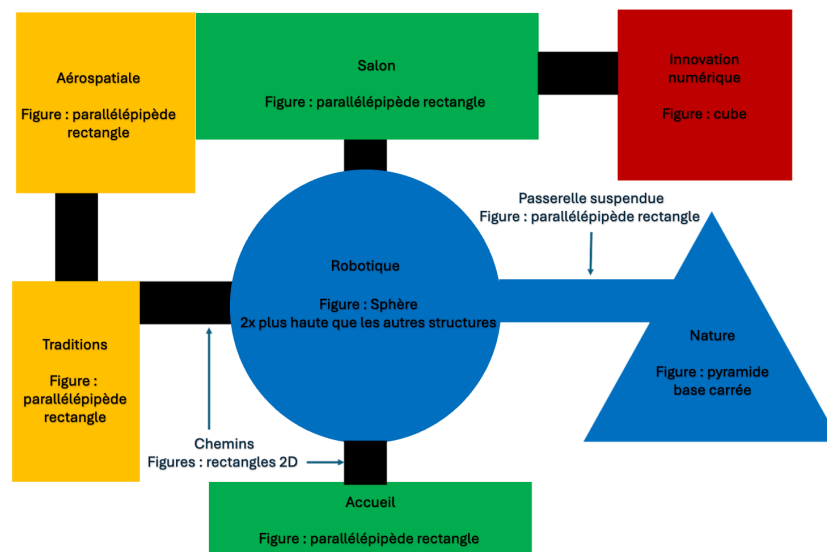


Expo 2027 Pavillon Canadien – Proposition n.2



Note : modéliser en 3D uniquement les figures en respectant leurs formes, couleurs et ratios approximatifs. N'écrivez rien sur le modèle.

Expo 2027 Pavillon Canadien – Proposition n.3



Note : modéliser en 3D uniquement les figures en respectant leurs formes, couleurs et ratios approximatifs. N'écrivez rien sur le modèle.

Note. (C) Auteurs, 2026.

Les deux observateurs avaient pour mission de documenter le déroulement des interactions au sein du groupe. Ils prenaient des notes qualitatives en remplissant un questionnaire semi-structuré (annexe 1) hébergé sur l'espace Confluence du cours, chaque participant disposant d'une page wiki individuelle accessible uniquement aux chercheurs mentionnés dans le certificat éthique encadrant la recherche, afin de garantir la confidentialité des données. À l'issue de chaque tour, les observateurs complétaient ou ajustaient leurs notes.



Un système de rotation permettait à chaque étudiant d'expérimenter les quatre rôles prévus (tableau 2). À chaque tour, un nouveau plan était distribué afin de prévenir tout effet d'apprentissage lié à la connaissance préalable. Reposant sur le même nombre d'éléments, ces plans différaient par la disposition spatiale et les couleurs, maintenant une complexité comparable tout en renouvelant les exigences de communication et de coordination. Le tableau 2 présente une synthèse des rôles, des tâches associées et des outils mobilisés, mis en relation avec les principaux concepts d'apprentissage collaboratif sollicités dans la scénarisation pédagogique.

Tableau 2

Alignement des rôles, tâches et outils avec les concepts de l'apprentissage collaboratif dans le dispositif en réalité virtuelle

Rôle	Concepts d'apprentissage collaboratif mobilisés	Tâches principales	Technologies mobilisées
Bâtitseur	Interdépendance positive; cognition distribuée; coordination en temps réel; attention conjointe	Construire le modèle 3D en immersion d'après les instructions orales; se synchroniser avec le cobâtitseur; gérer les contraintes spatiales, temporelles et techniques	Casque Meta Quest 2; manettes VR; logiciel Arkio
Chef de projet	Asymétrie informationnelle; régulation cognitive; externalisation des représentations; leadership collaboratif	Interpréter le plan 2D et le traduire en instructions verbales; structurer, séquencer et ajuster les consignes; réguler l'avancement du groupe	Plan 2D papier; communication orale; rétroprojecteurs
Superviseur	Régulation sociotechnique; soutien à l'activité; réduction de la charge cognitive extrinsèque	Assister les bâtisseurs (manettes, commandes, interface); maintenir la continuité de l'activité; intervenir en cas de difficulté technique	Casque Meta Quest 2 (ponctuel); manettes VR; Arkio; tutoriels vidéo; rétroprojecteurs
Observateur	Métacognition; observation réflexive; analyse des interactions collaboratives	Observer les dynamiques de communication, de coordination et de prise de décision; documenter les comportements et incidents critiques; consigner les données qualitatives	Questionnaire semi-structuré; wiki Confluence (page sécurisée)



Méthodologie

Approche générale

Cette étude adopte une approche qualitative exploratoire (Paillé et Mucchielli, 2021). La collecte combine des grilles d'observation semi-structurées (annexe 1) et des notes de terrain produites par l'équipe enseignante et de recherche, complétées par les débriefages finaux. L'analyse procède selon une démarche mixte, déductive puis inductive, structurée autour de trois axes prédéfinis (fossé pédagogique, contraintes d'interaction sociale, barrières techniques et surcharge cognitive) au sein desquels des sous-thèmes ont émergé. La triangulation des grilles et des notes permet de croiser les points de vue et de renforcer la robustesse interprétative.

Instruments de collecte de données

GRILLE D'OBSERVATION

Une grille d'observation qualitative semi-structurée a été mobilisée par les observateurs assignés à chaque table de travail (annexe A). Cette grille portait sur les pratiques communicationnelles, la coordination des rôles, les usages de la réalité virtuelle, la dynamique d'équipe ainsi que sur les moments clés, les difficultés rencontrées et les réussites observées au cours des ateliers.

Les observations étaient consignées sur des pages individuelles sécurisées, hébergées sur le wiki Confluence et accessibles uniquement aux chercheurs autorisés. En raison de contraintes techniques ou de l'absence d'un membre dans certaines équipes, toutes les grilles prévues n'ont pas pu être remplies. Au total, 31 grilles d'observation exploitables ont été collectées sur 42 grilles théoriquement attendues. Cet écart s'explique par trois facteurs : certaines équipes de cinq membres ne disposaient que d'un seul observateur au lieu de deux, quelques incidents techniques ont empêché de les remplir en cours d'activité et quelques grilles, trop partiellement renseignées, ont été écartées de l'analyse.

NOTES DE TERRAIN

En complément, l'équipe enseignante et de recherche a pris des notes de terrain sur des pages Confluence privées tout au long des ateliers afin de documenter la dynamique globale, les enjeux organisationnels, les incidents techniques et les ajustements apportés. Une grille structurait cette prise de notes en deux temps : un premier recueillait, pour chacun des trois cycles immersifs (R1, R2, R3), des observations en texte libre sur le déroulement, les difficultés rencontrées et les comportements saillants des équipes; un second, mobilisé lors du débriefage final, organisait la prise de recul autour de questions ouvertes. Ces notes ont permis de contextualiser et d'enrichir l'analyse des données issues des questionnaires et des observations.

CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

L'ensemble des participants a reçu une information détaillée sur les objectifs et les modalités de la recherche et a signé un formulaire de consentement éclairé avant toute participation. Le dispositif pédagogique et la recherche associée étaient encadrés par un certificat éthique. Afin de préserver la liberté de choix, la participation à l'activité pédagogique et celle à la recherche ont été dissociées : les étudiants pouvaient prendre part à l'atelier sans consentir à l'utilisation de leurs données, sans incidence sur l'évaluation du cours et sans pression directe ou indirecte. Les données collectées ont été traitées de manière confidentielle et anonymisées.



ANALYSE DES DONNÉES

Les notes de terrain et les grilles d'observation ont fait l'objet d'un codage manuel par deux professeurs-chercheurs selon une démarche d'analyse thématique de contenu (Paillé et Mucchielli, 2021, chap. 12). Le codage a procédé en deux temps. Une première passe déductive a rattaché chaque unité de sens à l'un des trois axes prédéfinis (fossé pédagogique, contraintes d'interaction sociale, barrières techniques et surcharge cognitive). Une seconde passe inductive a fait émerger, au sein de chaque axe, des sous-thèmes plus fins : pour l'axe 1, le décalage entre la démonstration et la mise en œuvre, la courbe d'apprentissage abrupte et l'ajustement progressif des rôles; pour l'axe 2, l'alignement des perspectives réel/virtuel, les limites de la communication non verbale et la stabilisation des dyades chef de projet-bâtitteur; pour l'axe 3, les incidents de connexion et de mise en miroir, la prise en main des manettes et la traduction du plan 2D vers le volume 3D. Les grilles d'observation, préalablement anonymisées et exportées en PDF, ont suivi la même procédure. Une phase de mise en commun a ensuite permis de stabiliser les sous-thèmes et de produire une synthèse structurée selon les trois axes d'étude.

Résultats

Cette section se concentre sur l'exploitation des données relatives aux enjeux pédagogiques du dispositif. Les analyses présentées visent à éclairer, à partir de l'expérimentation menée, trois dimensions identifiées dans la problématisation : 1) le fossé pédagogique, en examinant les pratiques et les stratégies mises en œuvre au-delà de la seule utilisabilité technologique; en mettant en évidence des éléments concrets de scénarisation pédagogique, d'organisation logistique et de conduite d'ateliers collaboratifs multi-utilisateurs; 2) les contraintes d'interaction sociale propres à l'apprentissage collaboratif en RV, notamment en lien avec la présence sociale, la communication et l'attention conjointe; et 3) les barrières techniques et cognitives susceptibles d'affecter l'activité d'apprentissage, incluant la charge cognitive et les contraintes d'orchestration du dispositif.

Analyse des observations des enseignants

AXE 1 – FOSSÉ PÉDAGOGIQUE

Les observations des enseignants relatives au premier axe montrent l'importance d'une planification soignée des étapes. Lors du tour 1, un décalage apparaît entre la démonstration préalable et la mise en œuvre effective : certaines procédures techniques (mise en miroir, gestion des points de vue) sont mal appliquées et nécessitent l'intervention de l'équipe encadrante. « La mise en miroir d'un des deux casques a pris du temps. La démarche technique, bien qu'ayant été expliquée durant la démonstration précédant les ateliers, n'a pas été très bien appliquée lors du premier tour et a nécessité l'assistance de l'équipe d'encadrement » [Notes ens., A1-T1]. Aux tours suivants, les enseignants soulignent l'importance d'une logistique rigoureuse (transitions, préparation des observateurs, distribution des plans et collecte des documents) et d'un cadre temporel réaliste, la limite de 20 minutes dans Arkio s'avérant contraignante en présence d'aléas. Les débriefings conduisent enfin à envisager une révision du modèle de rôles, le superviseur purement technique étant jugé peu pertinent au profit d'une répartition plus fonctionnelle : « Le constat général c'est qu'un chef d'équipe par bâtisseur est la meilleure formule » [Débriefage A2].



AXE 2 – CONTRAINTES D'INTERACTION SOCIALE

Pour le second axe, les observations des enseignants montrent que les contraintes d'interaction sociale tiennent surtout à un alignement difficile des perspectives virtuelle et réelle, et à une coordination initialement instable. Au tour 1, plusieurs étudiants peinent à se positionner autour du plan de travail virtuel (choix d'angle de caméra), les positions physiques dans la salle ne soutiennent pas toujours la communication et la répartition de l'attention des chefs de projet entre les bâtisseurs varie fortement : « Plusieurs chefs de projet ont délaissé un bâtisseur moins agile et ont donné plus d'instructions au second à l'aise avec les manettes » [Notes ens., A1-T1]. Au tour 2, une amélioration est notée : les étudiants ajustent activement leur posture et leurs points de vue. « Plutôt que de toujours se positionner d'un côté ou de l'autre du plan de travail virtuel, certains changeaient parfois de point de vue pour regarder le plan par au-dessus [...]. Certains allant même jusqu'à se lever de leur chaise pour mimer dans le monde réel ce qu'ils faisaient en virtuel » [Notes ens., A1-T2].

Le débriefing final révèle une évolution des scripts de rôles : le superviseur endosse souvent un rôle de second chef de projet, ce qui facilite une configuration « un responsable par bâtisseur », réduit les confusions directionnelles (droite/gauche) et fluidifie le travail parallèle. Une difficulté persiste néanmoins lorsque tous ne voient pas la même chose (casque non projeté), ce qui fragilise la communication. L'apport du rôle d'observateur est par ailleurs souligné : « Être observateur après avoir été bâtisseur enrichit les observations. Et [...] avoir été observateur facilite la gestion de projet » [Débriefing A2].

AXE 3 – BARRIÈRES TECHNIQUES ET SURCHARGE COGNITIVE

Les observations mettent en évidence des barrières techniques récurrentes qui structurent l'activité, avec une variabilité selon les tours. Au tour 1, plusieurs équipes rencontrent des difficultés d'accès aux salles Arkio et de regroupement autour du plan (fonction Gather/Join), un casque doit être mis à jour et l'expérience préalable de la RV est faible (moins de 10 étudiants en avaient déjà fait usage). Au tour 2, la mise en route s'améliore (majorité d'équipes démarrant en moins de deux minutes), mais un incident de connexion prive une équipe du casque projeté. Au tour 3, les problèmes réapparaissent pour trois équipes, notamment autour de la mise en miroir, nécessitant des redémarrages et la reprise complète des procédures; ces pertes de temps deviennent critiques à l'atteinte de la limite de 20 minutes. « Trois équipes sur quatre ont connu un enjeu technique au début ou en cours d'atelier. En particulier avec la mise en miroir. Il a fallu redémarrer les casques [...]. Ces enjeux leur font perdre du temps et les boutons de commandes sont grisés et non fonctionnels une fois la limite de 20 min atteinte » [Notes ens., A1-T3].

Le débriefing souligne une limite matérielle persistante (une seule vue de casque projetée) et un temps d'adaptation aux manettes et aux menus; les étudiants apprécient la RV, mais s'estiment plus efficaces sur PC. Sur le plan cognitif et physiologique, aucun malaise n'est rapporté aux enseignants (deux ont été relevés dans les observations étudiantes), ce qui suggère que l'immersion courte (20 min) et en position assise sur une chaise sans roulettes limite les nausées. L'aisance avec les jeux vidéo apparaît enfin comme un facteur facilitant : « Les personnes à l'aise avec les jeux vidéo ont des facilités » [Débriefing A2].



Analyse des observations des étudiants

AXE 1 – FOSSÉ PÉDAGOGIQUE

Pour les étudiants, le passage à la RV représente un défi pédagogique où la maîtrise de l'outil précède souvent la réalisation de la tâche. Les bâtisseurs décrivent une courbe d'apprentissage abrupte, qualifiée de *Hockey stick*, où le questionnement est constant au début : « Ça dépend des gens mais, en général, courbe d'apprentissage Hockey stick. Beaucoup de questionnement, de clarifications » [Obs. A-O5]. Un consensus se dégage sur la nécessité d'une pratique préalable ou d'un tutoriel interactif pour se familiariser avec les manettes : « Faire une petite pratique avant l'activité aiderait beaucoup » [Obs. A-O1]. Les étudiants notent par ailleurs que les chefs de projet consacrent beaucoup de temps au « comment » (manipulation) au détriment du « quoi » (conception), au point que l'activité peut être perçue comme « compliquée » et mener à l'échec pour les novices. Pour combler ce fossé, les équipes ont spontanément adopté une approche « un pour un », chaque bâtisseur étant accompagné individuellement par un superviseur ou un chef de projet : « On divise l'équipe en deux pour que chaque bâtisseur ait quelqu'un pour donner les explications » [Obs. A-O7].

AXE 2 – CONTRAINTES D'INTERACTION SOCIALE

L'aspect collaboratif est fortement affecté par les limites de communication et de perception dans l'environnement virtuel. La gestuelle des chefs de projet, mobilisée spontanément pour guider, reste invisible aux bâtisseurs immergés, ce qui révèle les limites d'une communication purement verbale. Les étudiants rapportent des moments de confusion lorsque les bâtisseurs ne se retrouvent pas dans la même salle virtuelle ou que l'un d'eux « disparaît » de la scène, jusqu'à comparer l'expérience à celle de « guider un aveugle » : « La VR crée des défis supplémentaires dans la communication, comme guider un aveugle ou apprendre à un enfant à faire du vélo » [Obs. B-O14].

La collaboration entre les bâtisseurs est souvent jugée faible, voire inexistante, et l'impossibilité pour l'équipe hors RV de voir simultanément les deux points de vue (un seul écran projeté) constitue un frein majeur à la coordination : « il était tellement concentré avec un bâtisseur qu'il n'a pas donné autant de concentration à l'autre [...] la vue dans le VR n'est pas la même qu'à l'écran » [Obs. B-O13]. Pour certaines équipes, surmonter ces obstacles a paradoxalement renforcé la cohésion : « Les défis du VR rapprochent beaucoup les membres des équipes » [Obs. B-O17].

AXE 3 – BARRIÈRES TECHNIQUES ET SURCHARGE COGNITIVE

Les obstacles techniques sont omniprésents et affectent directement la capacité de concentration des étudiants. Les bogues de connexion, les mises à jour logicielles de dernière minute et les ralentissements matériels sont perçus comme des irritants majeurs : « Blocage du casque pendant plus de dix minutes qui a eu comme conséquence un retard et un changement de casque » [Obs. B-O15].

Les étudiants relèvent également la difficulté à traduire un plan papier en volume : les erreurs d'orientation, d'échelle et de positionnement sont fréquentes, la notion 2D/3D devenant parfois insaisissable une fois le casque en place. S'y ajoute une double charge cognitive : « il est difficile d'être concentré sur deux modes simultanément, c'est-à-dire d'utiliser un appareil et de comprendre les instructions du chargé de projet » [Obs. B-O8]. La figure 4 illustre la modélisation tridimensionnelle d'une équipe. Le taux de complétude des tâches dans les délais évolue de 30 % à 50 % selon les tours, traduisant un effet d'apprentissage au fil de l'expérience.

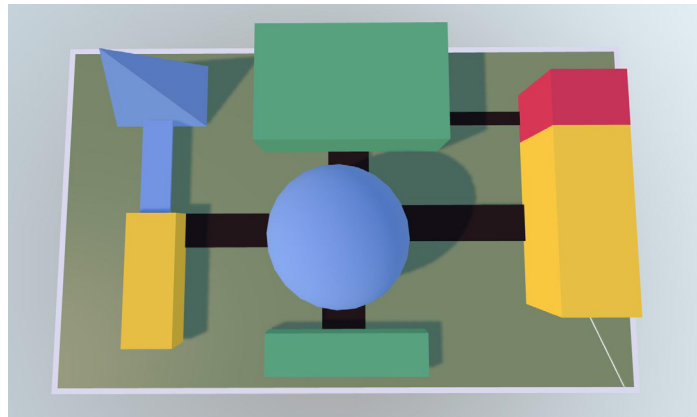


La surcharge d'instructions est fréquemment citée comme une source de confusion, particulièrement pour les moins expérimentés. De rares cas de cybercinétose ont conduit à l'arrêt de l'activité : « Nausée, succès de ceux avec expérience et échec de ceux sans expérience » [Obs. B-O17].

En conclusion, si la RV est perçue comme un outil puissant pour la visualisation spatiale, les étudiants insistent sur la couche de complexité qu'elle ajoute et qui exige une préparation technique et humaine rigoureuse pour ne pas nuire à l'objectif pédagogique.

Figure 4

Résultat du travail d'une équipe



Note. (C) Personnes étudiantes d'une équipe, 2026. Reproduit avec leur autorisation.

Discussion

Le premier axe met en lumière la nécessité de réduire le fossé pédagogique par une préparation explicite et un accompagnement renforcé. Les commentaires étudiants pointent l'intérêt d'un temps de prise en main préalable, assimilable à un « bac à sable », pour manipuler les casques et les manettes sans enjeu de production. Les supports vidéo mis à disposition (tutoriels Meta Quest 2 et Arkio) ne suffisent pas à assurer une appropriation effective, alors qu'une phase de pratique libre ou un tutoriel interactif en immersion limiterait la frustration initiale.

Plus largement, l'efficacité des activités collaboratives en réalité virtuelle dépend moins de l'immersion elle-même que de la structuration de l'activité. Plusieurs travaux convergent en ce sens : Poellhuber *et al.* (2024) insistent sur l'importance de la scénarisation, de l'apprentissage actif et de l'encadrement; Hung *et al.* (2024) mettent en évidence l'apport des scripts collaboratifs en contexte immersif; et Bower *et al.* (2017) soulignent le rôle central de l'enseignant dans la structuration des rôles et des modalités de collaboration.

Bien que le dispositif ait été conçu pour favoriser l'auto-organisation des équipes, les retours suggèrent qu'un guidage individualisé reposant sur un binôme (chef de projet et bâtisseur) constituerait une configuration facilitante, en réduisant la surcharge du chef de projet et en équilibrant l'attention entre les participants.



La difficulté liée à la transition du plan 2D au volume 3D, bien qu'anticipée, devrait être explicitée comme une composante intrinsèque de l'exercice. Des consignes clarifiées souligneraient que les étudiants sont attendus dans leur capacité à élaborer des stratégies de communication et de coordination pour dépasser collectivement ces contraintes.

Le deuxième axe concerne les conditions pédagogiques soutenant l'interaction sociale et l'attention conjointe dans une collaboration partiellement « aveugle » pour les participants hors immersion. L'enjeu central réside dans l'alignement des points de vue entre les espaces réel et virtuel, ce qui rejoint Paulsen *et al.* (2024) selon qui les environnements immersifs collaboratifs s'analysent à partir des processus de coordination, d'attention conjointe et de négociation collective qu'ils soutiennent.

Dans notre contexte, l'absence de retour visuel global (l'équipe de soutien ne disposant que de la vue d'un seul bâtisseur) freine la coordination et la compréhension partagée de l'avancement. Une visualisation scindée des perspectives des bâtisseurs apparaît dès lors comme un levier pertinent pour renforcer l'attention conjointe et fluidifier les échanges.

Les limites de la communication non verbale apparaissent également : les chefs de projet recourent spontanément à la gestuelle, alors qu'elle reste invisible pour les bâtisseurs immergés. Tärning *et al.* (2024) confirment que le casque immersif isole les utilisateurs de leur environnement physique et complique l'établissement de cadres de référence communs.

Une explicitation des consignes paraît donc nécessaire, sans imposer de protocoles rigides : quelques repères de communication verbale structurée (descriptions de formes, de couleurs, d'orientations et de positions relatives) soutiendraient cette phase d'exploration. Tärning *et al.* (2024) montrent que ces descriptions compensent l'absence de référentiel spatial partagé, et Hung *et al.* (2024) confirment que les scripts collaboratifs soutiennent la coordination en contexte immersif.

Les difficultés techniques, lorsqu'elles sont partagées et traitées collectivement, jouent par ailleurs un rôle structurant dans la dynamique de groupe. La scénarisation gagnerait donc à intégrer explicitement leur résolution comme une composante de l'activité, plutôt que comme une simple perturbation.

Le troisième axe souligne l'importance de réduire la charge cognitive afin de préserver la concentration sur les objectifs pédagogiques. Privilégier des consignes séquentielles courtes, délivrées pas à pas avec des points de vérification réguliers, évite la saturation attentionnelle observée chez les novices face à des instructions globales et simultanées.

Une stratégie de jumelage, associant des étudiants peu expérimentés à des pairs familiers du jeu vidéo ou des environnements interactifs, faciliterait également la prise en main des casques et des manettes.

Malgré une préparation technique systématique en amont (mise à jour des casques, recharge des batteries), la rigueur logistique demeure un prérequis non négociable. Les incidents persistants (problèmes de connexion, de configuration des salles Arkio ou de synchronisation) ont un impact disproportionné sur des ateliers à durée limitée : la fiabilité technique conditionne directement la viabilité pédagogique.

Dans l'ensemble, l'efficacité de ces ateliers repose avant tout sur la qualité de la scénarisation, de l'encadrement et des mécanismes de collaboration mis en place. Dans notre cas, la RV a été mobilisée pour articuler étroitement les espaces réel et virtuel, en cohérence avec les objectifs du cours sur la communication, la coordination et la collaboration médiatisée. Cette articulation rejoint Van Der Meer *et al.* (2023), qui invitent à explorer davantage les mécanismes de connectivité entre les environnements virtuels et le monde réel.



Conclusion

En définitive, ce retour d'expérience suggère que la réussite d'ateliers collaboratifs en réalité virtuelle dépend moins de la performance de l'outil que de la qualité de la scénarisation pédagogique, de l'orchestration logistique et de l'articulation entre les espaces immersif et non immersif. Les recommandations dégagées (préparation technique systématique, temps préalable de prise en main, configuration un pour un, consignes séquentielles, intégration de la résolution des incidents comme une composante de l'activité) constituent une base transférable à d'autres dispositifs collaboratifs médiatisés. Plusieurs limites doivent toutefois être prises en compte : la portée empirique de l'étude reste circonscrite à un cours unique de premier cycle ($n = 42$, 31 grilles exploitables) et à un logiciel particulier (Arkio, limité à des cycles de 20 minutes en version gratuite); l'approche qualitative exploratoire ne permet pas de mesurer quantitativement les effets du dispositif sur les apprentissages; et la combinaison volontaire de modalités immersives et non immersives, cohérente avec les objectifs du cours, restreint la transférabilité directe à d'autres configurations. Dans la continuité de ce travail, un prolongement empirique mobilisant des données quantitatives est en cours de préparation afin d'objectiver davantage les conditions de réussite de ce type d'ateliers.

Liste des références

- Bermejo, B., Juiz, C., Cortes, D., Oskam, J., Moilanen, T., Loijas, J., Govender, P., Hussey, J., Schmidt, A. L., Burbach, R., King, D., O'Connor, C., et Dunlea, D. (2023). AR/VR Teaching-Learning Experiences in Higher Education Institutions (HEI): A Systematic Literature Review. *Informatics*, 10(2), 45. <https://doi.org/10.3390/informatics10020045>
- Bower, M., Lee, M. J., et Dalgarno, B. (2017). Collaborative learning across physical and virtual worlds: Factors supporting and constraining learners in a blended reality environment. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 407-430. <https://doi.org/10.1111/bjet.12435>
- Cabrera-Duffaut, A., Pinto-Llorente, A. M., et Iglesias-Rodríguez, A. (2024). Immersive learning platforms: Analyzing virtual reality contribution to competence development in higher education—a systematic literature review. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1391560>
- Craig, C. D., et Kay, R. (2023). A Systematic Overview of Reviews of the Use of Immersive Virtual Reality in Higher Education. *Higher Learning Research Communications*, 13(2), 42-60. <https://doi.org/10.18870/hlrc.v13i2.1430>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., et Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Hung, H. C., Chuang, M. Y., et Chen, C. H. (2024). Development and evaluation of collaboration scripts for long-distance VR team collaboration and co-creation in elementary STEM learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22, 59-80. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10470-6>
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. FT Press.
- Lewis, F., Plante, P., et Lemire, D. (2021). Pertinence, efficacité et principes pédagogiques de la réalité virtuelle et augmentée en contexte scolaire : une revue de littérature. *Médiations et médiatisations*, (5), 11-27. <https://doi.org/10.52358/mm.vi5.161>
- Marougkas, A., Troussas, C., Krouska, A., et Sgouropoulou, C. (2023). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. *Electronics*, 12(13), 2832. <https://doi.org/10.3390/electronics12132832>
- Paillé, P. et Mucchielli, A. (2021). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (5^e éd.). Armand Colin.
- Papaioannou, G., Volakaki, M.-G., Kokolakis, S., et Vouyioukas, D. (2023). Learning Spaces in Higher Education: A State-of-the-Art Review. *Trends in Higher Education*, 2(3), 526-545. <https://doi.org/10.3390/higheredu2030032>
- Paulsen, L., Dau, S., et Davidsen, J. (2024). Designing for collaborative learning in immersive virtual reality: A systematic literature review. *Virtual Reality*, 28(1), 63. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-00975-4>



- Poellhuber, B., Roy, N., Marquis, C., et Groleau, A. (2024). *Intégration de scénarios de réalité virtuelle en sciences au postsecondaire : rapport final (No 2021-0EUA-290918)*. Fonds de recherche du Québec – Société et culture (FRQSC). https://frq.gouv.qc.ca/app/uploads/2024/03/rapport_bruno-poellhuber-2024.pdf
- Tärning, B., Gulz, A., et Nirme, J. (2024). Bridging the Headset: Engagement, Collaboration, and Learning in and around Virtual Reality. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality*, 33, 367-388. https://doi.org/10.1162/pres_a_00420
- Van Der Meer, N., Van Der Werf, V., Brinkman, W.-P., et Specht, M. (2023). Virtual reality and collaborative learning: A systematic literature review. *Frontiers in Virtual Reality*, 4, article 1159905. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1159905>



Annexe A

Grille d'observation

Ne pas nécessairement répondre à chaque question, mais noter les éléments les plus pertinents.

Numéro de l'atelier (1, 2 ou 3) :

Catégorie/rôle	Question d'observation (pistes)	Notes/Observations
Bâtisseurs VR (2 personnes en casque VR)	Compréhension des instructions • Demandent-ils/elles des clarifications? • Suivent-ils/elles les étapes données? • Adaptation face aux corrections? Collaboration VR • Répartition des tâches claire? • Communication entre bâtisseurs? • Ajustements en équipe?	
Chef(fe) de projet (hors VR, possède le plan 2D)	• Comment décrit-il/elle le plan 2D? (Vocabulaire spatial, précision, structure) • Instructions en étapes ou globales? • Vérification de la compréhension? Clarifications? • Adaptation face aux erreurs/incompréhensions • Gestion du temps, priorités, rythme • Ton et attitude : directif/ve, collaboratif/ve, calme, stressé(e)	
Dynamique d'équipe globale	Fluidité communication VR ↔ hors VR • Coopération, écoute, feedback • Gestion des erreurs / malentendus • Présence de tensions / entraide / patience • Leadership individuel ou partagé	
Défis/difficultés observés	Exemple : incompréhensions 2D→3D, problèmes VR, surcharge d'instructions, tensions	
Impact de la VR sur l'activité	La VR facilite-t-elle la compréhension du plan 2D? La VR crée-t-elle des défis supplémentaires?	



Catégorie/rôle	Question d'observation (pistes)	Notes/Observations
Moments/ événements clés	Noter moments importants : • Succès • Confusion/blocage • Décision critique • Intervention technique déterminante	
Points forts observés	Exemple : bonnes stratégies de communication, bonne visualisation 3D, gestion calme, coordination fluide	
Suggestions / pistes d'amélioration	Exemple : communication, méthode, préparation VR, visibilité du plan, rôle du superviseur	
Superviseur(e) (hors VR, soutien communication + technique VR)	Communication • Clarifie-t-il/elle les instructions du chef? • Interventions pertinentes et au bon moment? • Maintient-il/elle le flux de travail? Soutien VR (Arkio) • Aide aux manipulations (déplacer, aligner, supprimer, etc.) • Intervient proactivement ou sur demande? • Assistance utile ou trop présente?	
Utilisation de la VR / Arkio (bâtisseurs)	Aisance avec les outils VR • Capacité à positionner/ajuster/supprimer objets • Usage de gestes VR (pointer, montrer, expliquer) • Difficultés techniques rencontrées • Solutions apportées/adaptation	



Abstract / Resumen / Resumo

Virtual Reality as a Collaborative Learning Space: Lessons From an Experiment

ABSTRACT

This article critically analyzes the integration of immersive virtual reality into a collaborative learning system in a university setting. It is based on a pedagogical experiment carried out with 42 undergraduate students as part of a course on mediated collaboration and addresses three challenges identified in the literature: the pedagogical gap associated with the lack of established practices and recommendations, the constraints of social interaction in an immersive environment, and the technical and cognitive barriers that can affect learning. Workshops, structured in three immersive cycles, mobilized differentiated roles around a three-dimensional co-construction task using the Arkio software. The study adopts an exploratory qualitative approach based on in situ observations and field notes produced by the research team, analyzed using an inductive approach structured around three analytical axes and supported by data triangulation. The results show that the success of the workshops depends mainly on the quality of the educational scripting and logistical orchestration, including technical preparation, instruction structuring, shared visual feedback improvement, and gradual role adjustment during the activity.

Keywords: virtual reality, collaborative learning, collaboration, educational scripting

La realidad virtual como espacio colaborativo de aprendizaje: lecciones aprendidas de un experimento

RESUMEN

Este artículo analiza de forma crítica la integración de la realidad virtual inmersiva en un entorno de aprendizaje colaborativo en el contexto universitario. Basado en un experimento pedagógico realizado con 42 estudiantes universitarios de pregrado, en un curso sobre colaboración mediada, el artículo responde a tres retos identificados en la literatura: la brecha pedagógica relacionada con la falta de prácticas y recomendaciones establecidas, las limitaciones de la interacción social en un entorno inmersivo, así como las barreras técnicas y cognitivas que pueden afectar al aprendizaje. Los talleres, estructurados en tres ciclos inmersivos, movilizan roles diferenciados en torno a una tarea de co-construcción tridimensional utilizando el software Arkio. El estudio adopta un enfoque cualitativo exploratorio basado en observaciones in situ y notas de campo elaboradas por el equipo de investigación, analizadas según un enfoque inductivo articulado en torno a tres ejes analíticos y respaldado por una triangulación de fuentes. Los resultados muestran que el éxito de los talleres depende principalmente de la calidad del diseño pedagógico y de la organización logística, incluyendo la preparación técnica, la estructuración de las instrucciones, la mejora de la retroalimentación visual compartida y el ajuste progresivo de las funciones durante la actividad.

Palabras clave: realidad virtual, aprendizaje colaborativo, colaboración, diseño pedagógico



A realidade virtual como espaço colaborativo de aprendizagem: lições de uma experimentação

RESUMO

Este artigo analisa de maneira crítica a integração da realidade virtual imersiva num dispositivo de aprendizagem colaborativa no contexto universitário. Baseia-se numa experiência pedagógica realizada com 42 estudantes universitários de graduação, no contexto de um curso sobre comunicação mediada por tecnologias e responde a três desafios identificados na literatura: a lacuna pedagógica relacionada à falta de práticas e recomendações consolidadas, as restrições da interação social em ambiente imersivo, bem como as barreiras técnicas e cognitivas suscetíveis de afetar a aprendizagem. Oficinas, estruturadas em três ciclos imersivos, mobilizam papéis diferenciados em torno de uma tarefa de coconstrução tridimensional com o auxílio do software Arkio. O estudo adota uma abordagem qualitativa exploratória fundamentada em observações in loco e notas de campo produzidas pela equipe de pesquisa, analisadas segundo uma metodologia indutiva articulada em torno de três eixos analíticos e apoiada por uma triangulação de dados. Os resultados demonstram que o sucesso das oficinas depende principalmente da qualidade da cenarização pedagógica e da orquestração logística, incluindo a preparação técnica, a estruturação das instruções, o aprimoramento do retorno visual compartilhado e o ajuste progressivo dos papéis ao longo da atividade.

Palavras-chave: realidade virtual, aprendizagem colaborativa, colaboração, cenarização pedagógica