

La participation d'étudiantes et d'étudiants en classe d'apprentissage actif vue à travers leurs artefacts épistémiques physiques

Elizabeth S. Charles, Kevin Lenton, Michael Dugdale, Nathaniel Lasry, Chao Zhang, Chris Whittaker et Rhys Adams

Volume 6, numéro 1, 2022

Série du réseau PÉRISCOPE « Participation, persévérance et réussite scolaires », étudier la participation pour comprendre

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1091201ar>

DOI : <https://doi.org/10.51657/ric.v6i1.51520>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Centre de recherche et d'intervention sur la réussite scolaire

ISSN

2291-6717 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Charles, E., Lenton, K., Dugdale, M., Lasry, N., Zhang, C., Whittaker, C. & Adams, R. (2022). La participation d'étudiantes et d'étudiants en classe d'apprentissage actif vue à travers leurs artefacts épistémiques physiques. *Revue internationale du CRIRES / CRI_SAS international Journal*, 6(1), 31–51.
<https://doi.org/10.51657/ric.v6i1.51520>

Résumé de l'article

Les artefacts épistémiques de nature physique sont les preuves matérielles du travail effectué et produit par les étudiant-es dans le cadre de leur apprentissage. Selon la théorie socioculturelle, ils sont susceptibles de servir de médiateurs à la participation et à l'apprentissage des étudiant-es. Le rôle qu'ils jouent, et ce que cela nous apprend sur les nouvelles formes d'enseignement comme l'apprentissage actif (AA) dans les récents environnements nommés classes d'apprentissage actif (CLAAC), n'avait pas été exploré auparavant. Nous avons utilisé un plan de recherche par étude de cas et des méthodes ethnographiques avec 19 enseignant-es de trois collèges pour explorer trois questions de recherche basées sur cette lacune dans la littérature. Une technique de codage qualitatif ainsi que l'analyse des classes latentes a été utilisée pour analyser les données, soit des observations de classe (N=157). Nos résultats ont confirmé que l'enseignement axé sur l'AA générait des artefacts physiques. De plus, ces artefacts jouent un rôle épistémique dans l'apprentissage et l'enseignement. Nos analyses ont permis d'identifier notamment quatre particularités de ces artefacts, exprimées sous forme de modalités bipolaires : (1) individuels et/ou collectifs; (2) privés et/ou publics; (3) analogiques et/ou numériques; et (4) nouveaux et/ou réutilisés. Il est important de noter que la modalité public semble être la plus critique pour comprendre le rôle de médiateur que jouent les artefacts. Nous discutons des implications de ces artefacts publics sur la manière dont l'apprentissage et l'enseignement se déroulent dans les CLAAC, et nous fournissons des suggestions aux praticien-nes qui utilisent des pédagogies d'AA dans une CLAAC.

LA PARTICIPATION D'ÉTUDIANTES ET D'ÉTUDIANTS EN CLASSE D'APPRENTISSAGE ACTIF VUE À TRAVERS LEURS ARTEFACTS ÉPISTÉMIQUES PHYSIQUES

Elizabeth S. Charles

Professeure/Chercheuse

Department of Pedagogical Research, Photography

Dawson College

echarles@dawsoncollege.qc.ca

Kevin Lenton

Professeur

Physics Department

Vanier College

lentonk@vaniercollege.qc.ca

Michael Dugdale

Professeur

Physics Department

John Abbott College

michael.dugdale@johnabbott.qc.ca

Nathaniel Lasry

Professeur

Physics Department

John Abbott College

nathaniel.lasry@johnabbott.qc.ca

Chao Zhang

Assistant de recherche, étudiante

McGill University

chao.zhang2@mail.mcgill.ca

Chris Whittaker

Professeur

Department of Physics

Dawson College

cwhittaker@dawsoncollege.qc.ca

Rhys Adams

Professeur

Physics Department

Vanier College

adamsr@vaniercollege.qc.ca

Résumé

Les artefacts épistémiques de nature physique sont les preuves matérielles du travail effectué et produit par les étudiant·es dans le cadre de leur apprentissage. Selon la théorie socioculturelle, ils sont susceptibles de servir de médiateurs à la participation et à l'apprentissage des étudiant·es. Le rôle qu'ils jouent, et ce que cela nous apprend sur les nouvelles formes d'enseignement comme l'apprentissage actif (AA) dans les récents environnements nommés classes d'apprentissage actif (CLAAC), n'avait pas été exploré auparavant. Nous avons utilisé un plan de recherche par étude de cas et des méthodes ethnographiques avec 19 enseignant·es de trois collèges pour explorer trois questions de recherche basées sur cette lacune dans la littérature. Une technique de codage qualitatif ainsi que l'analyse des classes latentes a été utilisée pour analyser les données, soit des observations de classe (N=157). Nos résultats ont confirmé que l'enseignement axé sur l'AA génère des artefacts physiques. De plus, ces artefacts jouent un rôle épistémique dans l'apprentissage et l'enseignement. Nos analyses ont permis d'identifier notamment quatre particularités de ces artefacts, exprimées sous forme de modalités bipolaires : (1) individuels et/ou collectifs; (2) privés et/ou publics; (3) analogiques et/ou numériques; et (4) nouveaux et/ou réutilisés. Il est important de noter que la modalité public semble être la plus critique pour comprendre le rôle de médiateur que jouent les artefacts. Nous discutons des implications de ces artefacts publics sur la manière dont l'apprentissage et l'enseignement se déroulent dans les CLAAC, et nous fournissons des suggestions aux praticien·nes qui utilisent des pédagogies d'AA dans une CLAAC.

Mots clés : Apprentissage actif, engagement des étudiant·es, travail en groupe, collaboration, artefacts de connaissances

Abstract

Epistemic artefacts of a physical nature are the material evidence of the work done and produced by students in the course of their learning. According to socio-cultural theory, they can mediate student participation and learning. The role they play, and what this tells us about new forms of teaching such as active learning (AL) in new environments such as active learning classrooms (ALC), had not been explored previously. We used a case study research design and ethnographic methods with 19 instructors from three colleges to explore three research questions based on this gap in the literature. Qualitative coding technique as well as latent class analysis were used to analyse the data, i.e., classroom observations (N=157). Our results confirmed that AL teaching generates physical artefacts. Furthermore, these artefacts play an epistemic role in learning and teaching. Our analyses distinguished four features of these artefacts, expressed as bi-polar modalities: (1) individual and/or collective; (2) private and/or public; (3) analogue and/or digital; and (4) new and/or reused. Other analyses led to more results. It is important to note that the public modality appears to be the most critical for understanding the mediating role of artefacts. We discuss the implications of these public artefacts on how learning and teaching takes place in ALCs and provide suggestions for practitioners using AA pedagogies in ALCs.

Keywords: Active learning, student engagement, group work, collaboration, knowledge artifacts

Note d'autrice

Toute correspondance concernant cet article doit être adressée à Elizabeth Charles
(echarles@dawsoncollege.qc.ca)

Remerciements

Cette recherche a été soutenue par une subvention du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage (PAREA), Québec, Canada (numéro de subvention : PA2014-013) et en collaboration avec nos collègues du réseau SALTISE <<https://www.saltise.ca/>>.

Contrairement à l'enseignement traditionnel, alors que les « produits » d'une leçon sont les notes écrites des présentations des enseignantes et des enseignants, les produits de l'enseignement axés sur l'apprentissage actif (AA) sont généralement générés par la participation des étudiant·es¹. Les résolutions de problèmes écrites sur les tableaux blancs, les annotations dans les marges d'une lecture obligatoire ou le collage de post-it lors d'un exercice collaboratif de repérage de connaissances sont des objets matériels (ou physiques) qui nous montrent que les étudiant·es ont appliqué et intégré le contenu d'une leçon. Ces artefacts épistémiques matériels peuvent fournir aux enseignant·es un important retour d'information sur l'état d'avancement des étudiant·es et la qualité de leur compréhension. Le rôle que ces artefacts jouent dans les nouvelles formes d'enseignement comme l'AA et dans les nouveaux environnements d'apprentissage, les classes d'apprentissage actif (CLAAC), n'a pas été exploré auparavant. Cette étude a été conçue pour combler cette lacune de la littérature scientifique et fournir aux enseignant·es des conseils pratiques sur la façon dont ils pourraient utiliser les artefacts épistémiques matériels pour mieux soutenir leurs efforts de mise en œuvre d'un enseignement axé sur l'AA.

Les fondements théoriques

De manière générale, l'enseignement axé sur l'AA décrit une position philosophique qui place les étudiant·es au centre de l'expérience pédagogique. De plus en plus, la recherche confirme les avantages de l'AA, avec des études montrant des améliorations significatives des résultats aux examens (Dori et Belcher, 2005 ; Linton et al., 2014) et des taux d'échec plus faibles, en particulier pour les populations étudiantes qui sont traditionnellement sous-représentées dans les domaines STEM (Freeman et al., 2014 ; Theobald et al., 2020). Des études montrent également que l'AA améliore la pensée critique, la motivation et les compétences en communication (par exemple, Kim et al., 2013), et augmente l'utilisation par les étudiant·es de processus métacognitifs tels que la prise de décision et le questionnement (Lin et al., 1999).

Issu des perspectives socioconstructivistes sur l'apprentissage, l'AA accorde de l'importance aux connaissances préalables des étudiant·es, à la construction du savoir et à l'apprentissage social. En tant que méthode d'enseignement, l'AA privilégie les activités qui incitent les étudiant·es à appliquer leurs connaissances et à réfléchir en profondeur (intégration des connaissances et réflexion de haut niveau). Dans cette optique, les activités d'enseignement qui favorisent l'AA comprennent souvent des tâches conceptuelles, un apprentissage collaboratif et l'utilisation de la technologie (Ruiz-Primo et al., 2011). Parmi les exemples typiques, citons le travail en petits groupes d'étudiant·es pour résoudre des problèmes, explorer et interpréter des études de cas, collecter et analyser des données ou des informations. Les produits matériels de ces activités sont des solutions écrites, des cas analysés, des collections de feuilles de calculs ou de collages, des cartes conceptuelles, etc. Bien qu'il soit logique que les activités d'AA aboutissent à la production d'artefacts physiques, il s'agit d'une conclusion à confirmer. Plus important encore, comprendre la production d'artefacts dans le cadre de l'enseignement par l'AA peut nous aider à mieux comprendre cette approche pédagogique elle-même.

¹ Cet article applique les règles épiciennes propres à la série Participation, persévérance et réussite scolaires.

Le rôle des artefacts

Vygotsky (1930/1978; 1934/1986), le fondateur de l'apprentissage social, et d'autres pédagogues (Whittaker et al., 1991) soutiennent que les artefacts, physiques ou symboliques, servent d'intermédiaires pour chaque apprenant·e. Les artefacts physiques sont l'extériorisation de la pensée individuelle. Dans un contexte social, donner aux idées une forme matérielle signifie qu'elles deviennent partageables, déployables et interconnectées. Parce que les artefacts jouent un rôle de médiation, ils peuvent changer la nature même de l'activité — c'est-à-dire la façon dont les étudiant·es participent — et iels peuvent définir les objectifs et les moyens de l'activité d'apprentissage (Stahl, 2002).

Les artefacts jouent un rôle de médiation particulier lorsqu'il s'agit du travail en groupe. Selon Stahl (2012), en se référant à la notion de double-stimulation de Vygotsky, c'est la « médiation de la cognition par les artefacts et via d'autres personnes qui ouvre la zone proximale de développement, permettant à l'esprit individuel de dépasser d'abord et d'étendre ensuite ses limites. » (p. 187). De plus, les artefacts physiques jouent un rôle important dans la coélaboration de connaissances. Ils permettent aux groupes d'apprenant·es de coordonner et de reprendre les idées des autres, et de dégager leurs idées communes (Hewitt et Scardamalia, 1998). La littérature sur l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (CSCL) nous apprend que la coélaboration de connaissances recèle des artefacts qui jouent un rôle public dans l'apprentissage collaboratif (Stahl, 2000).

Lorsqu'il s'agit d'activités et de scénarios d'AA (c'est-à-dire de séries de leçons témoignant d'une activité progressive), le succès de leur conception dépend souvent du niveau d'engagement collectif auquel les étudiant·es s'adonnent de manière productive, car le simple fait de travailler ensemble (c'est-à-dire la collaboration) ne suffit pas à garantir l'apprentissage (Dillenbourg et al., 2009, p.4). Lorsque les étudiant·es travaillent à un objectif commun, iels sont susceptibles de produire des artefacts de connaissances qui servent de médiateurs à leurs interactions (Hewitt and Scardamalia, 1998). Bien que ces artefacts puissent prendre une forme purement symbolique, nous décrivons ici des artefacts épistémiques comme des objets physiques que les étudiant·es produisent lorsqu'ils s'engagent dans de la coélaboration de connaissances, seuls ou en groupe. En outre, lorsque les étudiant·es travaillent ensemble, leur production d'artefacts se réalise dans des « espaces de travail partagés » (Teasley et Roschelle, 1993 ; Roschelle et Teasley, 1995). Cela suggère que de tels artefacts épistémiques peuvent différer selon les différents types d'espaces physique partagés. Plus précisément, cette étude s'est intéressée à la relation entre les types d'activités d'AA, les types d'artefacts épistémique physiques qu'elles suscitent et les différents types d'espaces physiques partagés.

Les salles des classes d'apprentissage actif

Les espaces d'apprentissage actif suscitent un grand intérêt dans le réseau collégial depuis plusieurs années. En particulier, plusieurs établissements ont investi massivement dans des espaces d'apprentissage communément appelés classes d'apprentissage actif (CLAAC). Les CLAAC misent souvent sur l'utilisation de technologies numériques telles que des ordinateurs, des appareils personnels (ordinateurs portables, tablettes électroniques, etc.) et parfois des tableaux blancs interactifs à l'usage des étudiant·es. Contrairement aux technologies analogiques telles que le crayon et le papier ou les tableaux effaçables, le numérique offre différentes possibilités d'engagement et de communication entre les étudiant·es et les enseignant·es, y compris le potentiel d'archivage et de réutilisation des artefacts. Les CLAAC favorisent également le travail de groupe

plutôt que le travail individuel (Charles et al., 2019). Ainsi, une particularité omniprésente est leur commodité en ce qui concerne le travail de groupe : tables ou *pods* (regroupements de bureaux) et espaces d'écriture partagés (analogiques ou numériques). Nos recherches précédentes confirment que l'approche pédagogique utilisée dans une CLAAC est primordiale ; les pédagogies de l'AA sont de meilleurs choix que les approches magistrales conventionnelles (Charles et al., 2013; Lasry et al., 2014). Il demeure toutefois, qu'à ce jour, nous ne savons toujours pas si l'apport des technologies numériques diffère substantiellement de celui des technologies analogiques utilisées dans les CLAAC.

L'orchestration de la salle de classe

La gestion *in situ* des apprenant·es, soit des participant·es (les agent·es) au sein du système d'activité, et des ressources de la classe se veut une *orchestration* (Dillenbourg, 2013). Dans les études de Dillenbourg et ses collègues, l'orchestration est déterminée par la quantité de rétroactions que les enseignant·es reçoivent des groupes et la qualité de leur *conscience situationnelle* lorsqu'ils valident si les étudiant·es apprennent ou non en étant engagé·es dans les activités conçues. Pour remédier à ces problèmes, iels ont utilisé des *outils de conscience ambiante* qui agissent comme un dispositif de communication permettant à l'enseignant·e et aux étudiant·es de connaître l'état de l'apprentissage au sein des groupes (Dillenbourg et Jermann, 2010). Lorsque les enseignant·es optent pour l'utilisation de l'AA dans ces nouveaux environnements, le nombre de systèmes d'activité et de ressources à gérer est grand : (1) les activités pédagogiques, qui favorisent l'utilisation des connaissances et des compétences associées; (2) les stratégies de collaboration, qui gèrent la participation au travail de groupe; et (3) les ressources physiques de la salle de classe elle-même (c.à.d., les CLAAC), qui facilitent la mise en œuvre de l'AA. Ce que nous ne savons pas, c'est si les artefacts épistémiques peuvent jouer un rôle dans la médiation de cette prise de conscience et si cela provoque un changement sur l'orchestration de l'AA dans le cadre des CLAAC.

Questions de recherche

C'est en raison de ces lacunes que nous avons entrepris d'étudier les trois questions de recherche suivantes.

- 1) L'enseignement offert par les enseignant·es axé sur l'AA dans les CLAAC engage-t-il les étudiant·es dans des activités qui produisent des artefacts épistémiques? Si oui, quelles sont les **particularités** de ces artefacts ?
- 2) Qu'est-ce que le type d'artefact produit nous apprend sur les scénarios d'AA ? En d'autres termes, quelles sont les **retombées des activités d'AA** sur les particularités des artefacts produits, le cas échéant ?
- 3) Quel est l'**impact du type de salle** (CLAAC) sur les types d'artefacts créés dans les activités d'AA ? Y a-t-il des retombées sur l'orchestration de la classe ?

Méthodologie

Ce projet a utilisé un plan de recherche par étude de cas (Merriam, 1998; Yin, 2017) et des méthodologies mixtes. Nous avons utilisé des méthodes ethnographiques pour recueillir des observations de classe telles que des notes de terrain détaillées, des rubriques de protocole d'observation de classe, des photos et des artefacts. L'unité d'analyse était la durée de la période de classe — en moyenne 90 minutes — et non les artefacts réalisés pendant ces observations. Nous avons effectué des observations sur une période de deux ans.

Le cadre comprenait neuf CLAAC situées dans trois collèges publics anglophones de l'île de Montréal. Chaque collège avait deux types de CLAAC : (1) *haute-technologie* et (2) *technologie-légère*. Les salles *technologie-légère* étaient constituées de technologies analogiques, généralement des tableaux blancs muraux effaçables pour les groupes avec des mini-tablettes effaçables. Les salles *haute-technologie* étaient constituées de technologies numériques dédiées à l'usage des étudiant·es et comprenaient généralement plusieurs tableaux blancs interactifs pour des groupes de six à huit étudiant·es. Dans l'un des établissements, les ordinateurs portables pouvaient être apportés dans les CLAAC à technologie-légère pour des projets spéciaux.

Les participant·es étaient 19 enseignant·es des trois collèges qui ont obtenu toute l'information nécessaire pour consentir – de manière éclairée – à participer au projet de recherche. Les critères de sélection comprenaient leurs antécédents et leur expérience en matière d'enseignement ; notons qu'une autre étude documente que ces enseignant·es se retrouvent dans l'une des quatre approches de l'AA (Charles et al., 2018). Tous avaient enseigné dans une CLAAC pendant plus de trois semestres consécutifs et effectuaient un enseignement axé sur l'AA, ce dernier point ayant été confirmé lors de l'observation en classe.

Chaque enseignant·e a été observé·e plusieurs fois : à différents moments dans le semestre de 15 semaines (en moyenne cinq fois), y compris des périodes de classe contiguës dans une semaine. Ce faisant, nous avons pu valider s'il y avait une interaction entre le contenu des activités, la production des artefacts et la conception de la salle de classe. Au total, nous avons recueilli 157 observations de classe (N=157) provenant de 33 sections de cours et de 13 cours de huit disciplines : physique, chimie, biologie, mathématiques, psychologie, histoire, sciences humaines et anglais.

Les analyses

Nos méthodes d'analyse des données ont consisté en deux approches : (1) le codage qualitatif et (2) l'analyse en classes latentes. Nous avons analysé les données issues des observations de classe en examinant les interactions entre les étudiant·es ainsi qu'entre les étudiant·es et les ressources physiques de la classe. Chaque observation de classe a été codée en fonction de quatre dimensions tirées de la littérature scientifique : (1) qui a produit les artefacts ; (2) qui y avait accès ; (3) quelle technologie était utilisée ; et (4) quel était l'objectif (l'intention de l'enseignant·e lors de l'activité pédagogique). La technique de codage qualitatif a été utilisée pour amorcer le processus de tri du corpus de données (observations de classe, notes de terrain, protocoles, etc.) selon certaines particularités ou certains types (variables). L'analyse des classes latentes a été utilisée pour explorer plus en profondeur et générer des classes (catégories) de variables corrélées.

L'analyse des classes latentes

Nous avons réalisé une analyse exploratoire des classes latentes (ACL) partant des observations de classe codées afin d'identifier les points communs sur la façon dont les artefacts furent produits. Comme l'analyse factorielle (AF) et la théorie de la réponse aux items (TRI), l'ACL modélise la covariance des variables manifestes (c.-à-d. observées) en tant que fonction d'une ou plusieurs variables latentes (c.-à-d. cachées). Dans l'AF et la TRI, les variables latentes (respectivement les scores des facteurs ou les niveaux d'aptitude des sujets) sont censées être continues et expliquer la covariance entre les variables manifestes continues (AF) ou discrètes (TRI) (Bartholomew et al., 2008).

En revanche, les modèles ACL sont utilisés pour expliquer l'interrelation entre des variables manifestes (catégories) et une variable latente (catégorie) appelée classe latente ou classe (Vermunt, 2010). Pour ce faire, ces ACL recherchent itérativement des solutions qui présentent une indépendance conditionnelle des variables manifestes, c'est-à-dire que, lorsqu'elles sont conditionnées par l'appartenance des sujets à une classe, les variables manifestes sont statistiquement indépendantes les unes des autres. De cette façon, l'appartenance d'un sujet à une classe latente donnée « expliquerait » entièrement toute covariation observée de ses données manifestes. Dans sa forme exploratoire, le nombre et le caractère de ces groupes ne sont pas connus a priori : ils sont plutôt déterminés à partir du modèle le mieux adapté.

Résultats

En répondant à notre première question de recherche, nos résultats montrent que des artefacts épistémiques sont produits à la suite d'une activité d'AA. Dans la majorité des classes observées (97 %, n=152), les enseignant·es ont fait participer les étudiant·es dans des activités où des artefacts épistémiques ont été créés. La liste des artefacts comprend des feuilles de travail, des solutions écrites à des problèmes, des dessins graphiques, des lectures annotées, des photographies, des collages numériques à l'aide de supports multiples, des cartes conceptuelles, des scénarios graphiques (*storyboards*), des feuilles de calcul et des graphiques, des présentations de diapositives numériques, etc. Dans les rares cas où aucun artefact n'a été produit (3 %, n=5), l'activité pédagogique consistait en des discussions et des débats entre pairs.

Les particularités des artefacts épistémiques

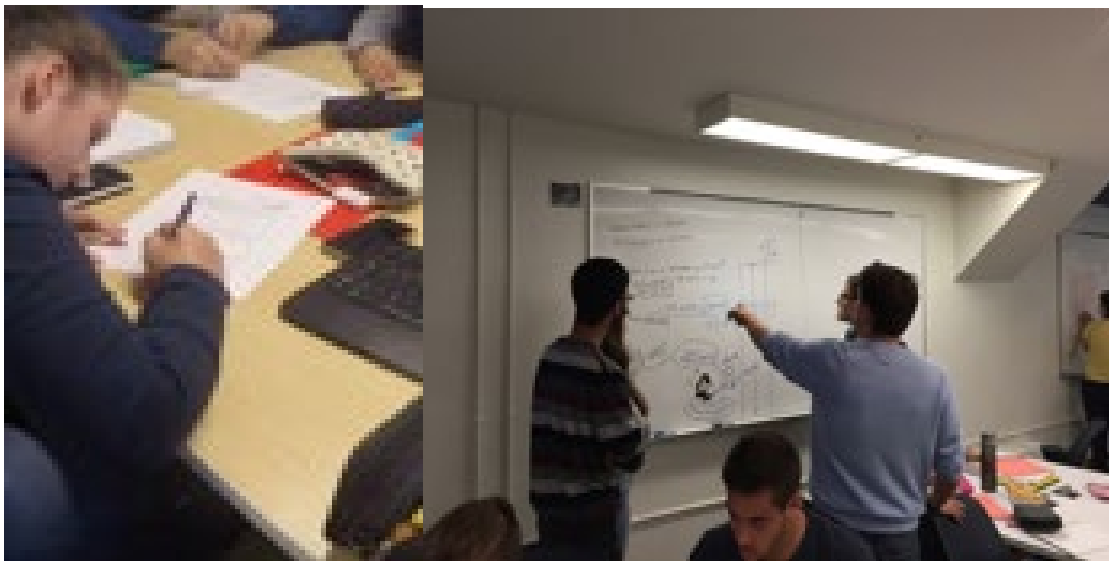
En utilisant notre technique de codage qualitatif des artefacts épistémiques, nous avons identifié quatre particularités : 1) *Individu ou Groupe* (ou les deux) — créés par des étudiant·es de manière individuelle uniquement, des groupes d'étudiant·es uniquement, ou un mélange d'étudiant·es seul·es et de groupes d'étudiant·es ; 2) *Privé ou Public* (ou les deux) — créés à des fins privées accessibles en privé aux créateur·trices uniquement (c.-à-d., individus ou groupes) ou à un public plus large, comme à d'autres pairs et à l'enseignant·e ; 3) *Analogique ou Numérique* (ou les deux) — créés par des outils analogiques uniquement (p. ex. feuille de travail et tableaux blancs), par des outils numériques uniquement (p. ex. tableaux interactifs et tablettes électroniques) ou par un mélange d'outils analogiques et numériques ; et 4) *Nouveau ou Réutilisé/modifié* (ou les deux) — créés pour un usage unique ou multiple selon l'intention/l'objectif de qui a créé les artefacts produits en classe : pour une utilisation unique (c.-à-d., uniquement dans la session observée) ou pour être réutilisé (c.-à-d., la production des artefacts s'étend au-delà de la session observée), ou un mélange d'utilisation unique et de réutilisation.

Individu ou groupe (ou les deux) – qui a créé les artefacts ?

La classification *individu* décrit, d'une part, les observations de classe lors desquelles l'activité de production d'artefacts a été réalisée par un·e seul·e étudiant·e (Fig. 1a). D'autre part, la classification *groupe* décrit les observations où le ou les artefacts ont été produits par des étudiant·es travaillant en dyades ou en petits groupes (Fig. 1b). En général, les groupes étaient constitués de l'ensemble des membres d'une même table. La classification comprenant les deux modalités présente des cas où les artefacts ont été produits soit par un individu soit par un groupe lors d'une seule observation de classe.

Figure 1

Exemples d'artefacts individu (1a) et groupe (1b)



(1a)

(1b)

Privé ou public (ou les deux) – qui y avait accès ?

La classification *privé* décrit des observations de classe lors desquelles les étudiant·es ont produit des artefacts qui n'étaient accessibles qu'aux créateur·trices et utilisés au sein d'un seul groupe. Ces artefacts n'étaient pas visibles ou partagés avec les autres étudiant·es de la classe (Fig. 2a). Le fait d'être classé comme « privé » n'implique pas qu'il s'agisse d'un produit individuel ou d'un objet personnel. La classification *public*, en revanche, présente des artefacts accessibles à des groupes autres que celui du ou de la créateur·trice ou des créateur·trices. Ils étaient généralement visibles aux autres et pouvaient être facilement partagés avec toute la classe (Fig. 2b).

Figure 2

Exemples d'artefacts privé (2a) et public (2b)



(2a)

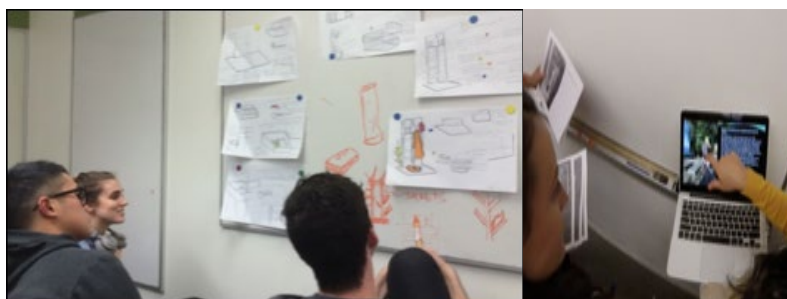
(2b)

Analogique ou numérique (ou les deux) – quelle technologie a été utilisée ?

La classification *analogique* décrit des observations de classe lors desquelles des artefacts étaient produits sur du papier ou des tableaux blancs effaçables (Fig. 3a). Quant à l'option *numérique*, elle décrit les cas où les artefacts ont été produits à l'aide d'ordinateurs portables, de tablettes électroniques et de tableaux blancs interactifs.

Figure 3

Exemples d'artefacts analogique (3a) et numérique (3b)



(3a)

(3b)

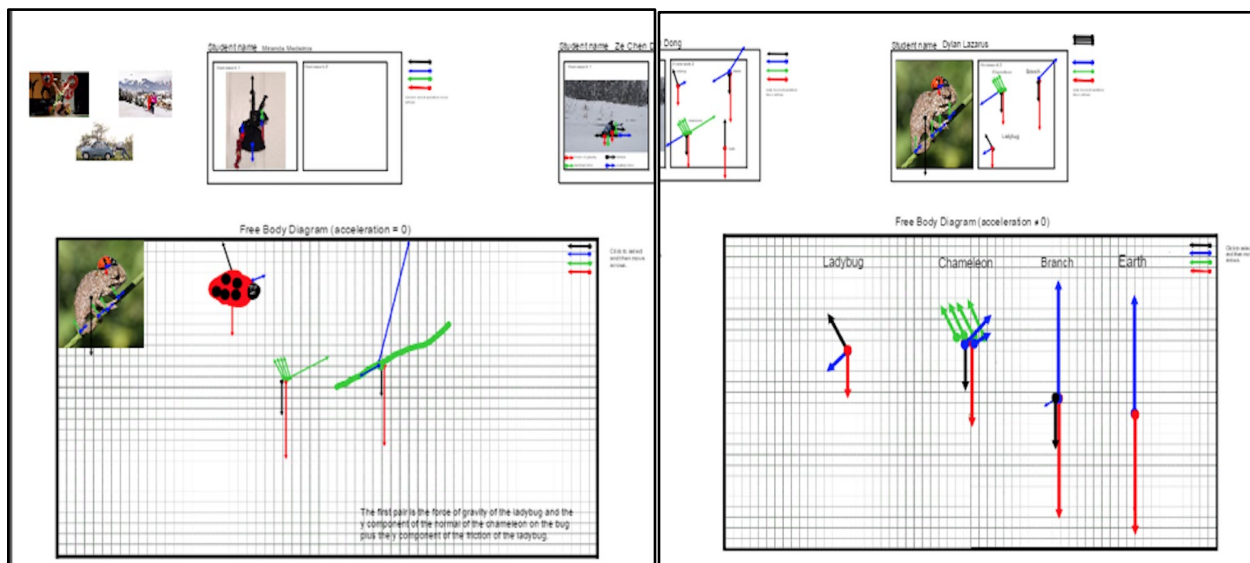
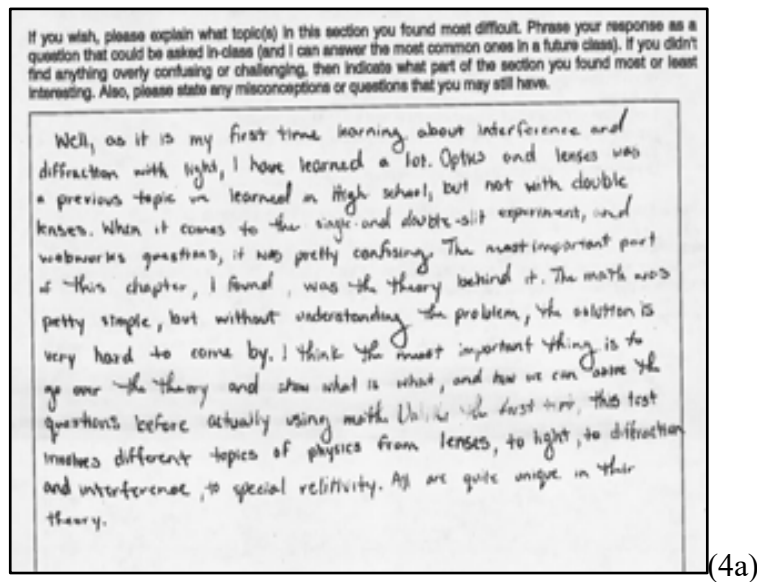
Nouveau ou réutilisé/ modifié (ou les deux) – quel est l'objectif/ l'intention ?

La classification *nouveau* décrit les observations de classe lors desquelles des activités ont permis de réaliser des artefacts principalement conçus pour une utilisation unique, comme la question proposée à la figure 4a ci-dessous. La classification *réutilisé* décrit les observations de classe lors

desquelles l'activité a créé des artefacts qui sont délibérément conçus pour être modifiés au fil du temps (Fig. 4b). Dans de nombreux cas, il s'agissait d'artefacts numériques produits par un groupe dont l'activité comportait deux parties. Le premier artefact a été produit lors de la collecte initiale d'informations (première partie) et, une semaine plus tard, le même artefact a été réutilisé pour construire et développer le concept à l'aide d'exemples (deuxième partie). Dans la plupart des cas, nous avons déterminé cet objectif après coup lorsque nous avons demandé à l'enseignant·e son intention et s'il ou elle prévoyait réutiliser l'artefact en classe.

Figure 4

Exemples d'artefacts nouveau (4a) et réutilisé (4b)



Observations de classe révélant des artefacts classifiés dans « les deux »

Parfois, au cours de la même observation de classe, l'activité a produit deux classifications d'artefacts, alors mentionnés dans *les deux*. Par exemple, nous avons observé : un·e enseignant·e a commencé la classe par une activité de passation d'un questionnaire (individuel, papier et crayon), suivie d'une activité de résolution de problèmes (en groupe, sur un tableau blanc interactif). En ce qui concerne la dimension « qui », cette observation a été classifiée selon les modalités *individu* et *groupe*. Concernant la dimension de l'accès, les artefacts de l'observation relevait à la fois du *privé* et du *public*, car la nature du travail produit par le questionnaire n'était accessible qu'au créateur·trice (*privé*); en revanche, la nature du travail accompli sur le tableau blanc était accessible à tous et toutes (*public*). Quant à la technologie utilisée, l'observation a été classifiée selon les modalités *analogique* et *numérique* en raison du questionnaire sur papier (*analogique*) et de l'activité sur tableau blanc interactif (*numérique*). Pour ce qui est de la dernière dimension, l'objectif/intention, nous avons confirmé notre classification auprès de l'enseignant·e. Dans ce cas, l'activité du questionnaire a commencé avec un artefact qui n'avait pas été utilisé auparavant (*nouveau*) et l'activité de résolution de problèmes n'a pas été reportée (*nouveau*).

Ce que le type d'artefact produit nous apprend sur les scénarios d'AA

Notre deuxième question de recherche a été traitée à la fois par l'analyse qualitative et par l'ACL. Nous commençons par les résultats du codage qualitatif. Après avoir décrit, selon leurs particularités, les artefacts observés selon les quatre dimensions explicitées plus haut, nous sommes passés à l'étude des types d'artefacts obtenus. La figure 5a montre que plus de la moitié des observations sont classifiées en tant qu'artefacts de groupe (62,5 %) et un tiers (33 %) correspondant à la catégorie des deux (groupe/individu). Peu d'artefacts (5 %) sont classés comme ayant été créés individuellement. La figure 5b montre que, notamment, la moitié (50 %) des observations sont classifiées dans la catégorie des deux (public/privé), tandis que l'autre moitié est répartie entre 30 % d'accès public et 20 % d'accès privé. En ce qui concerne la technologie utilisée, la figure 5c montre une répartition plus équivalente entre les trois types, 36 % utilisant les deux (analogique/numérique), 34 % le numérique et 30 % l'analogique. Quant à l'intention d'usage de l'artefact (ou les façons dont les artefacts sont utilisés), nos observations de classe montrent que la majorité de ces artefacts sont de nouveaux artefacts (83 %), tandis que 10,5 % des artefacts appartiennent aux deux catégories (nouveau/réutilisé). Seuls 6,5 % des répondant·es ont réutilisé explicitement un artefact existant, produit précédemment (Fig. 5d).

Figure 5

Graphiques en beignet des résultats décrivant la répartition des types d'artefacts selon les quatre dimensions



Note. (a) Qui les génère - Groupe/Individu ; (b) Qui y a accès - Public/Privé ; (c) Quelle technologie est utilisée - Analogique/Numérique ; (d) Quel est l'objectif/intention - Nouveau/Réutilisé.

Interactions entre le type de salle, les activités d'AA et les artefacts créés

Pour la troisième et dernière question de recherche, nous avons examiné comment les différentes affordances des salles (CLAAC) pouvaient avoir un impact sur les types d'activités et les types d'artefacts observés. Pour répondre à cette question, nous avons effectué une analyse exploratoire des classes latentes (ACL ; Vermunt, 2010) des quatre dimensions selon lesquelles les 157 observations avaient été codées, cela afin de comprendre l'interdépendance entre ces variables. En d'autres termes, les quatre dimensions, qui comportent chacune des artefacts (particularités, types), révèlent-elles quelque chose de significatif sur les scénarios d'AA (schémas pédagogiques) ou l'impact du type de CLAAC ? L'ACL est une technique de modélisation statistique qui tente

d'expliquer toute corrélation des variables observées en regroupant les observations en groupes distincts. Dans notre cas, cet ensemble d'observations représente des modèles distincts de création d'artefacts lors d'une réunion de classe. Le modèle le mieux adapté à regrouper les observations dans l'une des trois catégories A, B ou C, est décrit ci-dessous. Une quatrième catégorie, D, a également été trouvée, mais comme elle ne décrivait que les observations au cours desquelles aucun artefact n'a été produit, nous ne la considérons pas dans notre analyse. L'entropie relative du modèle, comparable au R^2 , est de 0,94.

L'ACL a montré que plus de 20 % des observations (23 ± 4 %) relevaient de la catégorie A. Plus d'un tiers des observations (36 ± 4 %) relevaient de la catégorie B. Le plus grand nombre d'observations (38 ± 4 %) relevaient de la catégorie C.

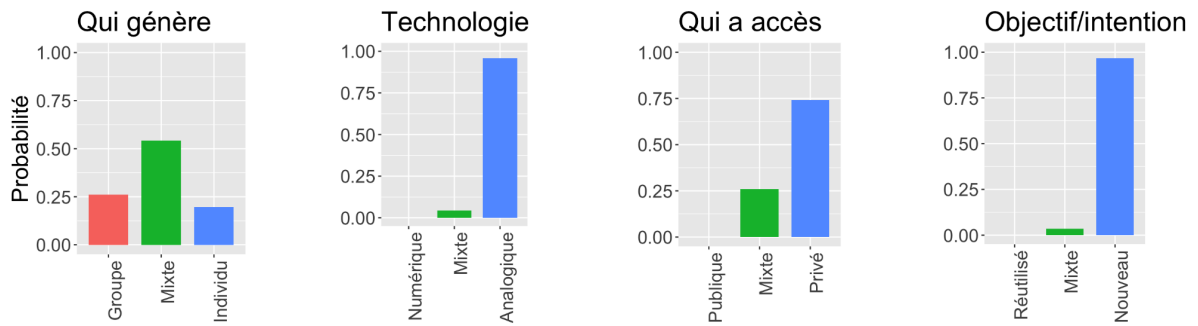
En approfondissant cette analyse, la figure 6 montre comment chaque catégorie diffère, en fonction des quatre dimensions. La *catégorie A* (Fig. 6a) montre qu'il y a une forte proportion d'étudiant·es qui utilisent les technologies analogues (96 %). Le plus grand nombre d'observations sont classées comme des artefacts à accès privée (74 %) et nouveaux (97 %). La *catégorie B*, la plus grande (Fig. 6b), se caractérise par un nombre presque égal d'artefacts de groupe (48 %) ainsi que d'artefacts mixtes, soit d'individus et de groupes (52 %). L'analogique et le numérique sont tous deux utilisés pour un même artefact (94 %). L'accès est à la fois public et privé (93 %). Bien qu'il s'agisse principalement de nouvelles technologies (74 %), c'est dans cette catégorie que l'on trouve le plus grand nombre d'artefacts à la fois nouveaux et réutilisés (21 %), ainsi que des artefacts uniquement réutilisés (6 %). Enfin, la *catégorie C* (Fig. 6c) montre une prédominance du groupe (98 %), marquant une quasi-absence d'activité individuelle. La majorité de l'activité est numérique (80 %). Un nombre important d'artefacts sont publics (70 %), mais près d'un quart sont à la fois privés et publics (24 %). L'intention est clairement nouvelle (84 %), avec quelques cas de réutilisation (11 %).

Lorsque nous examinons ces trois catégories créées par l'ACL, nous constatons que les 157 observations reflètent clairement différentes façons dont les enseignant·es utilisent les CLAAC pour faire participer les étudiant·es, ce qui se traduit par différentes façons de produire des artefacts. En effet, bien que les catégories A et B aient des distributions presque égales pour les artefacts mixtes (individu et groupe), elles présentent de nettes différences selon deux des autres dimensions, soit les particularités privé/public et analogique/numérique. La catégorie A est principalement privée et analogique, tandis que la catégorie B est très présente à la fois dans le domaine privé/public et dans le domaine analogique/numérique. Dans les deux cas, l'intention est davantage clairement nouvelle. La catégorie C, en revanche, est différente et se compose clairement d'artefacts de groupe, numériques, publics et nouveaux.

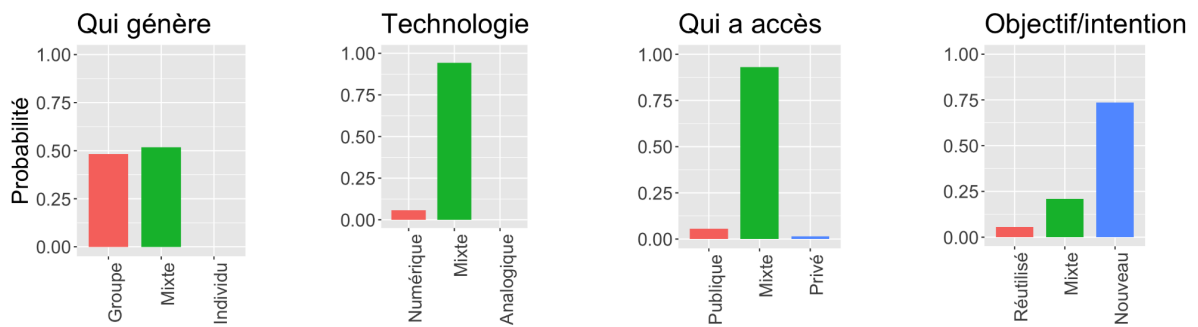
Figure 6

Description des trois catégories produites par l'ACL : A, B et C. Chaque sous-figure indique le degré auquel les particularités des quatre dimensions étaient susceptibles de se retrouver

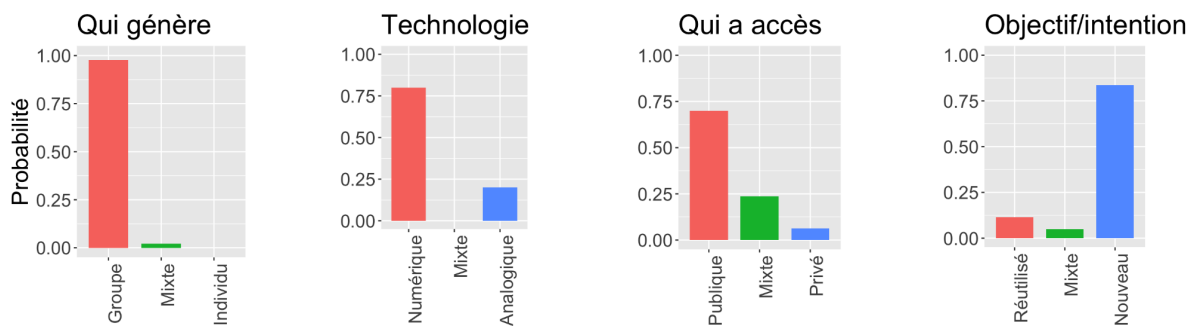
(a) Catégorie A



(b) Catégorie B



(c) Catégorie C



Ces résultats nous permettent de conclure que, dans toutes les observations, le nouveau est la principale modalité d'intention. Cela dit, les observations qui entrent dans la catégorie B sont plus susceptibles d'être des cas où l'enseignant·e a fait participer les étudiant·es à diverses activités impliquant les deux modalités à la fois de trois des quatre dimensions : groupe/individu, privé/public, analogique/numérique. Les observations appartenant à la catégorie C sont des cas où les enseignant·es ont fait participer les étudiant·es à des travaux de groupe en utilisant des modalités numériques et publiques. Dans la catégorie A, les enseignant·es font participer les étudiant·es à des travaux à la fois individuels et collectifs, utilisent à la fois l'analogique et le numérique, mais s'appuient fortement sur des modalités privées. Rappelons que « privé » ne signifie pas « individuel », mais qu'il s'agit d'un travail qui n'est accessible qu'aux créateur·trices de l'artefact et non à toute la classe.

L'impact du type de salle (CLAAC) sur les types d'artefacts créés

Nous avons analysé les trois catégories (A, B et C) produites par l'ACL en fonction des types de salles de classe (CLAAC) : *haute-technologie* et *technologie-légère*. Les résultats démontrent que le type de salle est un prédicteur du type d'activité choisi et agit sur les artefacts produits (Tableau 1). Les activités classées dans la catégorie C sont plus susceptibles d'être réalisées dans des salles *haute-technologie*. Celles classées dans la catégorie A sont plus susceptibles d'être créées dans des salles de faible technicité. Quant à la catégorie B, on remarque que les proportions des types de classe se retrouvent de manière plus équilibrée que pour les deux autres catégories; la catégorie B peut donc être considérée comme plus polyvalente. Ces résultats ont moins à dire sur comment faire le design d'ACL et plus à dire sur comment leur design peuvent permettre et/ou limiter la façon dont les activités sont conçues, ce qui à son tour a un impact sur la création des artefacts.

Tableau 1

Pourcentages d'observations classifiées selon les catégories A, B ou C pour les deux types de salles de classe

Type de salle	Catégorie A %	Catégorie B %	Catégorie C %	Total %
haute-tech	11.5	39.4	46.2	97.1
tech-légère	41.2	29.4	25.5	96.1

La principale conclusion est donc que les activités mises en œuvre dans les salles de classe à haute technologie sont plus susceptibles de conduire à la création d'artefacts publics, de même que les activités mises en œuvre dans les salles de classe à technologie légère sont plus susceptibles d'entraîner la réalisation d'artefacts privés. Enfin, bien que la plupart des artefacts produits dans les deux types de salles aient tendance à être nouveaux, il est plus probable que ceux des salles à haute technologie soient réutilisés dans des activités ultérieures.

Discussion

Les artefacts épistémiques de nature physique sont les preuves matérielles du travail effectué et produit par les étudiant·es dans le cadre de leur apprentissage. Selon la théorie socioculturelle, ils sont susceptibles de servir de médiateurs à la participation et à l'apprentissage des étudiant·es (Stahl, 2012). Ces artefacts épistémiques ont été considérés comme allant de soi dans la recherche de l'AA. Le rôle qu'ils jouent, et ce que cela nous apprend sur les nouvelles formes d'enseignement comme l'AA dans les nouveaux environnements de type CLAAC, n'avait pas été exploré auparavant.

La première question de recherche posée était d'abord fondamentale : l'enseignement axé sur l'AA dans les CLAAC engage-t-il les étudiant·es dans des activités qui produisent des artefacts épistémiques ? Sans équivoque, nos résultats montrent que les enseignant·es observé·es ont conçu des activités qui engageaient leurs étudiant·es à produire des produits physiques que nous considérons comme des artefacts épistémiques. Bien que nous nous soyons concentré·es sur les artefacts épistémiques physiques, il est clair que les étudiant·es ont également généré des artefacts symboliques.

La deuxième partie de la question 1 était la suivante : Si oui, quelles sont les particularités de ces artefacts ? Notre analyse qualitative a repéré quatre particularités, exprimées sous forme de différentes modalités bipolaires, aux artefacts produits : (1) individuels et/ou collectifs; (2) privés et/ou publics; (3) analogiques et/ou numériques; et (4) nouveaux et/ou réutilisés. Parmi ces particularités, *l'analogique* et *le numérique* étaient en grande partie une conséquence directe des possibilités offertes par la salle de classe et non pas, de manière générale, un design reflétant un choix délibéré de la part de l'enseignant·e. Cela dit, nous suggérons que la technologie présente dans les salles de classe a des implications importantes, que nous aborderons ci-dessous.

La deuxième question de recherche était : Qu'est-ce que le type d'artefact produit nous apprend sur les scénarios d'AA ? En d'autres termes, quelles sont les implications des activités d'AA sur les particularités des artefacts produits, le cas échéant ? Nous avons observé trois classifications distinctes : La catégorie A impliquait la mise en œuvre d'activités de création d'artefacts plus privés, la catégorie C des artefacts plus publics et réutilisables et la catégorie B, un mélange des catégories A et C.

Bien que l'enseignement axé sur l'AA ait suscité jusqu'à maintenant beaucoup d'intérêt, sa définition n'est toujours pas claire tout comme les types d'activités que cette définition devrait inclure (Cassidy, et al., 2019). Les résultats de cette étude nous aident à mieux comprendre, par déduction, ce qui devrait être inclus dans une définition de l'enseignement axé sur l'AA. La majorité des enseignant·es observé·es ont utilisé le travail de groupe comme une composante clé de leur enseignement axé sur l'AA, ce qui est cohérent avec les préférences des enseignant·es pour la mise en œuvre de pédagogies AA (Charles et al., 2018). Toutefois, cela n'est pas surprenant, car l'AA découle d'un paradigme socioconstructiviste qui reconnaît l'agentivité des enseignant·es comme des étudiant·es dans la mise en œuvre d'une pédagogie.

Puisque la grande majorité des activités ont généré des artefacts physiques, nous suggérons que la définition de l'enseignement axé sur l'AA devrait inclure la production d'artefacts physiques ; en d'autres termes, l'enseignement axé sur l'AA vise la production d'artefacts. Cette affirmation pourrait contribuer à notre compréhension scientifique de cette option pédagogique et aider les praticien·nes à mieux concevoir les activités d'apprentissage. Bien qu'environ la moitié des artefacts analysés aient été produits dans le cadre d'un travail de groupe, nos résultats ont également montré que les activités d'AA impliquent des artefacts individuels – un travail

individuel. Ainsi, la définition de l'enseignement axé sur l'AA devrait inclure des activités individuelles, réalisées en classe et non seulement en dehors de la classe. Concevoir l'AA de manière à inclure des activités se déroulant à différents niveaux d'interaction (individuel, groupe ou classe) est une considération importante pour promouvoir un apprentissage efficace (Dillenbourg et al., 2009), car différents types de processus cognitifs sont nécessaires et différents travaux cognitifs sont accomplis lorsque l'individu est engagé dans une réflexion individuelle ou de groupe. De tels résultats sont également pertinents pour les praticien·nes qui doivent se rappeler que concevoir un enseignement axé sur l'AA comporte à la fois des activités de groupe et des activités individuelles. En outre, ces résultats offrent un aperçu important de l'un des défis relatifs au design d'environnements d'apprentissage actif : l'intégration d'activités à être réalisées à différents niveaux (individu, groupe, classe). Cela nous rappelle la définition de l'orchestration, soit la coordination productive d'activités se déroulant à plusieurs niveaux (Dillenbourg, et al., 2009). Bien qu'il ait été défini à l'origine pour décrire la nécessité de scénariser les interventions dans l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (CSCL), ce défi de l'orchestration peut s'appliquer à l'enseignement axé sur l'AA. Ainsi, les résultats de la recherche liés aux défis de l'orchestration (par exemple, le scriptage et l'échafaudage) peuvent éclairer l'enseignement axé sur l'AA.

La troisième question de recherche était : Quel est l'effet du type de salle (CLAAC) sur les types d'artefacts créés dans les activités d'AA ? Y a-t-il une implication sur l'orchestration de la classe ? Nous avons également appris qu'environ la moitié des artefacts produits dans les salles de haute technologie étaient de nature publique. Cela suggère qu'il y a probablement une interaction entre le type de salle, l'activité d'AA et le type d'artefact produit. Notez que ce qui a été classifié de « privé » semble être dû aux contraintes de la classe et non au style d'enseignement de l'enseignant·e. En bref, lorsque les enseignant·es enseignent dans des CLAAC qui disposent d'un équipement de haute technologie avec des tableaux blancs interactifs, ils sont plus susceptibles de concevoir des activités qui permettent aux étudiant·es de profiter des affordances pédagogiques offertes par l'équipement disponible. De même, les possibilités offertes par l'équipement permettent aux étudiant·es de générer des artefacts numériques qui sont plus susceptibles d'être publics, car ils sont produits par des groupes au sein d'espaces de travail partagés, possiblement axés sur la résolution de problèmes, et ces artefacts sont accessibles aux autres du groupe ou de la classe. La notion d'artefacts publics n'est pas inconnue dans la littérature CSCL. En fait, c'est l'une des conditions importantes de la coélaboration de connaissances (« knowledge building »), laquelle encourage la participation et l'inclusion (Hewitt et Scardamalia, 1998).

Les artefacts publics semblent présenter un avantage certain pour les enseignant·es et les étudiant·es. Ils rendent les processus cognitifs des étudiant·es visibles aux autres étudiant·es et ces éléments semblent changer la « culture » au sein de la classe. En outre, ils facilitent l'orchestration de la classe par l'enseignant·e, y compris la gestion de la rétroaction *juste-à-temps*.

En rendant la pensée visible, les artefacts publics permettent aux étudiant·es de voir à la fois le produit et les processus de travail cognitif entrepris pour générer une solution ou assembler des idées. Ces processus (travail cognitif) passent souvent inaperçus dans les artefacts privés. Dans l'enseignement traditionnel, ce type d'apprentissage par les pairs est souvent considéré comme une « tricherie », mais dans les CLAAC, le message est souvent clairement énoncé : il n'y a pas de mal à regarder ce que font les autres. Plus précisément, lorsque les enseignant·es semblent encourager les étudiant·es à « regarder » le travail des autres groupes, la classe a tendance à s'organiser comme une communauté d'apprenant·es, les étudiant·es partageant et apprenant de leurs pairs plutôt que d'être en attente des commentaires de l'enseignant·e. Ceci est cohérent avec les résultats des

recherches sur la coélaboration de connaissances et le rôle important qu'y joue la communauté (Hewitt et Scardamalia, 1998 ; Stahl, 2000). À bien des égards, cela ressemble à la description faite par Stahl du double stimulus qui conduit à des formes de collaboration ouvrant une zone proximale de développement (Stahl, 2012). En somme, ce constat vient soutenir les investissements réalisés dans la construction de CLAAC de haute technologie.

De même, les artefacts publics ont facilité l'activité d'orchestration de l'enseignant·e. Agissant un peu comme les outils de conscience ambiante utilisés dans les études de Dillenbourg (Dillenbourg et Jermann, 2010), ils fournissent aux enseignant·es les informations nécessaires sur l'état de l'apprentissage du groupe, ce qui constitue un défi évident pour l'enseignement axé sur l'AA. Ce faisant, les artefacts publics aident les enseignant·es à gérer les flux et reflux du processus de coconstruction de connaissances accompli par les groupes d'étudiant·es. En outre, nos résultats démontrent que les enseignant·es les ont utilisés pour mettre en évidence les bons exemples ainsi que les erreurs typiques. Cette pratique représente un autre changement important de la culture de la classe qui se produit grâce à la génération d'artefacts publics dans les salles de classe de haute technologie.

Conclusion

En bref, les artefacts ont une visée différente dans l'enseignement axée sur l'AA et qui a lieu dans les CLAAC. Ils ne sont pas seulement la preuve de l'apprentissage, comme dans le produit évalué et noté, mais aussi la preuve du processus d'apprentissage qui se déroule et que les enseignant·es peuvent utiliser pour orchestrer la classe et que les étudiant·es peuvent aussi utiliser pour rendre visible leur processus de réflexion. Nous pensons que les artefacts sont essentiels à l'AA pour documenter l'apprentissage des étudiant·es, mais aussi qu'ils sont cruciaux, car ils deviennent des *ressources et des outils d'apprentissage* à part entière. Ils documentent ce que les étudiant·es apprennent dans la mise en œuvre de l'activité et démontrent dans quelle mesure ils y ont réussi ou non à atteindre le(s) objectif(s) pédagogique(s). Tout comme les devoirs, les questionnaires et autres produits matériels de l'enseignement, les artefacts d'apprentissage fournissent aux enseignant·es des informations importantes sur l'état et la qualité de ce que les étudiant·es comprennent.

Dans nos futurs travaux, nous espérons explorer cette voie de recherche pour poser d'autres questions sur la façon dont le processus de production d'artefacts aide à médiatiser l'apprentissage entre les individus du groupe ainsi qu'avec d'autres groupes au sein de la classe. Nous espérons également investiguer le sujet de l'enseignant·e pour mieux comprendre comment celui-ci ou celle-ci utilise ces artefacts publics pour orchestrer ce qu'il recherche dans l'artefact afin de déterminer quand intervenir dans le travail de groupe, etc.

Limites de l'étude

En tant qu'étude de cas portant sur 19 enseignant·es, cette étude ne prétend pas que les résultats puissent être généralisables. Nous insistons également sur le fait que nos participant·es étaient tous et toutes des enseignant·es qui ont volontairement demandé à enseigner dans des CLAAC, mais avec des degrés divers d'expérience de l'enseignement axé sur l'AA. Nous conseillons donc aux lectrices et aux lecteurs de garder cela à l'esprit lorsqu'ils appliqueront nos résultats en d'autres circonstances.

Références

- Bartholomew, D. J., Steele, F., & Moustaki, I. (2008). *Analysis of multivariate social science data*. CRC press.
- Cassidy, R., Charles, E. S., et Slotta, J. D. (2019). Active learning: Theoretical perspectives, empirical studies, and design profiles. *Frontiers in ICT*, 6, 3. <https://doi.org/10.3389/fict.2019.00003>
- Charles, E., Lenton, K., Dugdale, M., et Lasry, N. (2018). What do real teachers do when they use Active Learning? Presentation at the *Association québécoise de pédagogie collégiale (AQPC)*, June Drummondville, Québec.
- Charles, E., Lasry, N., et Whittaker, C. (2013). L'adoption d'environnements sociotechnologiques comme moteur de changement pédagogique. *Pédagogie Collégiale* (26) 3.
- Charles, E.S., Slotta, J.D., Cassidy, R., Dugdale, M., Lenton, K., et Zhang, C. (2019). How Teachers Implement Active Learning: Typologies of orchestrational flow. In *13th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) 2019, Volume 1*. (pp.448-455). Lyon, France: International Society of the Learning Sciences.
- Dillenbourg, P. (2013). Design for classroom orchestration. *Computers et Education*, 69, 485-492.
- Dillenbourg, P., Järvelä, S., et Fischer, F. (2009). The evolution of research on computer-supported collaborative learning. In *Technology-enhanced learning* (pp. 3-19). Springer, Dordrecht.
- Dillenbourg, P., et Jermann, P. (2010). Technology for classroom orchestration. In *New science of learning* (pp. 525-552). Springer New York.
- Dori, Y. J., et Belcher, J. (2005). How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts?. *The journal of the learning sciences*, 14(2), 243-279.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., et Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Hewitt, J., & Scardamalia, M. (1998). Design principles for distributed knowledge building processes. *Educational psychology review*, 10(1), 75-96.
- Kim, K., Sharma, P., Land, S. M., et Furlong, K. P. (2013). Effects of active learning on enhancing student critical thinking in an undergraduate general science course. *Innovative Higher Education*, 38(3), 223-235.
- Lasry, N., Charles, E.S., et Whittaker, C. (2014). When teacher-centered instructors are assigned to student-centered classrooms. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2014. 10(1): p. 010116.
- Lin, X., Hmelo, C., Kinzer, C. K., et Secules, T. J. (1999). Designing technology to support reflection. *Educational Technology Research and Development*, 47(3), 43-62.
- Linton, D. L., Pangle, W. M., Wyatt, K. H., Powell, K. N., et Sherwood, R. E. (2014). Identifying key features of effective active learning: the effects of writing and peer discussion. *CBE-Life Sciences Education*, 13(3), 469-477.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. Revised and Expanded from " *Case Study Research in Education*." Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St, San Francisco, CA 94104.
- Roschelle, J., et Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In *Computer supported collaborative learning* (pp. 69-97). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Ruiz-Primo, M. A., Briggs, D., Iverson, H., Talbot, R., et Shepard, L. A. (2011). Impact of undergraduate science course innovations on learning. *Science*, 331(6022), 1269-1270.
- Stahl, G. (2000). A model of collaborative knowledge-building. In *Fourth international conference of the learning sciences* (Vol. 10, pp. 70-77). Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000a.
- Stahl, G. (Ed.). (2002). *Computer support for collaborative learning: Foundations for a CSCL community (CSCL 2002 Proceedings)*. Psychology Press.
- Stahl, G. (2012). Cognizing mediating: Unpacking the entanglement of artifacts with collective minds. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(2), 187-191.
- Teasley, S. D., et Roschelle, J. (1993). Constructing a joint problem space: The computer as a tool for sharing knowledge. *Computers as cognitive tools*, 229-258.
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., ... et Grummer, J. A. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476-6483.
- Vermunt, J. K. (2010). Latent Class Models. In E. Baker et B. McGaw (Eds.), *International Encyclopedia of Education* (pp. 238–244). Oxford: Elsevier.
- Vygotsky, L. (1930/1978) *Mind in Society*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Vygotsky, L. (1934/1986) *Thought and Language*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Whittaker, S., Brennan, S. E., et Clark, H. H. (1991, March). Co-ordinating activity: an analysis of interaction in computer-supported co-operative work. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 361-367).
- Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods (6th ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.