

Analyse de l'activité de conception et prototypage rapide en éducation technologique

Laisney, Patrice

EA 4671 ADEF, ESPE AMU - France

Résumé : Dans l'enseignement de la technologie, la conception recouvre l'ensemble de tâches permettant d'aboutir aux choix définitifs des solutions satisfaisant des exigences fonctionnelles et des performances attendues. Cette activité peut nécessiter un travail de prototypage que nous proposons d'analyser dans cette étude. Dans cette optique, nous expérimentons une séquence d'enseignement dans laquelle les élèves devront résoudre un problème de conception en ayant recours à une imprimante 3D. Basée sur l'analyse de la tâche confiée aux élèves, de l'activité a priori et de l'activité effectivement observée à travers les traces graphiques élaborées et les objets réalisés, cette étude contribue à une meilleure compréhension des processus d'enseignement apprentissage de la conception en technologie au collège. Il s'agit en particulier de comprendre comment l'élève utilise les outils mis à sa disposition pour produire les différents états de représentation de l'objet à concevoir jusqu'à sa fabrication.

Mots-clés : Éducation technologique ; Conception créative ; Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur ; Imprimante 3D ; Prototypage rapide.

Introduction

Dans l'enseignement de la technologie au collège, la conception recouvre l'ensemble de tâches permettant d'aboutir aux choix définitifs des solutions satisfaisant des exigences fonctionnelles et des performances attendues. Cette activité constitue la plupart du temps une réponse à un Cahier Des Charges Fonctionnel (CDCF). Une relation étroite est nécessaire entre conception, fabrication et utilisation afin de pouvoir intégrer très tôt les techniques qui y sont associées. Dans cette perspective, l'étude des solutions est effectuée par les élèves au cours de tâches de conception concrétisées sous la forme de dessins mettant en œuvre des outils informatisés tels que des logiciels de Conception Assistée par Ordinateur (CAO). Enfin, l'évaluation des solutions doit permettre d'effectuer un choix selon les points de vue des coûts, de la faisabilité, des risques et de leur combinaison. Cette phase peut nécessiter un travail de prototypage que nous proposons d'analyser dans cette étude. Il s'agit de comprendre comment l'élève utilise les outils mis à sa disposition pour produire les différents états de représentation de l'objet à concevoir à l'aide d'une imprimante 3D.

Contexte de l'étude

Les travaux réalisés dans le cadre de la thèse (Laisney, 2012a, 2012b ; Laisney & Brandt-Pomares, 2014) ont permis l'étude de l'activité des élèves confrontés à des situations de résolution de problèmes de conception dans le cadre de l'enseignement de la technologie au collège. Les conclusions de ce travail montrent l'importance de penser l'introduction de ces outils pour faciliter le processus de recherche de solutions. Plus précisément il s'agit de considérer l'articulation entre la réalisation d'esquisse (dessin à la main) et l'usage des

outils de CAO au cours de l'activité des élèves dans les premières phases de recherche. Nos résultats confirment notre hypothèse selon laquelle le dessin à la main favorise une recherche plus large de solutions. L'introduction dans un second temps, des outils de CAO, permet d'obtenir un modèle de l'objet qui s'enrichit grâce à l'assistance qu'ils offrent aux élèves. Cet aspect concernant la nécessaire diversité des réponses produites par les élèves est un élément central permettant d'organiser des confrontations entre eux. Ces confrontations les amènent à développer une argumentation au niveau des choix de conception qu'ils ont eu à opérer pour aboutir à leur(s) solution(s). C'est dans cette confrontation que les enjeux de savoir vont être mobilisés et seront à l'origine des apprentissages. Cependant, pour qu'il y ait confrontation, il faut créer les conditions pour que les élèves produisent suffisamment de solutions variées.

Approche théorique de l'activité de conception

Une modélisation de l'activité de conception « créative »

À défaut d'un « modèle opérationnel » permettant de comprendre l'activité d'un élève de collège en situation de résolution de problèmes de conception, nous avons pris en référence le modèle théorique de la « conception créative » (Lebahar, 1983, 2007) créé à partir de l'analyse de l'activité des designers et des architectes. Nos résultats ont permis l'élaboration d'une nouvelle modélisation (Figure n°1) qui vient enrichir le modèle initial de la conception créative, en éclairant la zone d'incertitude dans laquelle l'usage du dessin traditionnel « à la main » et des outils de CAO favorisent le processus de résolution de problèmes chez des élèves de collège.

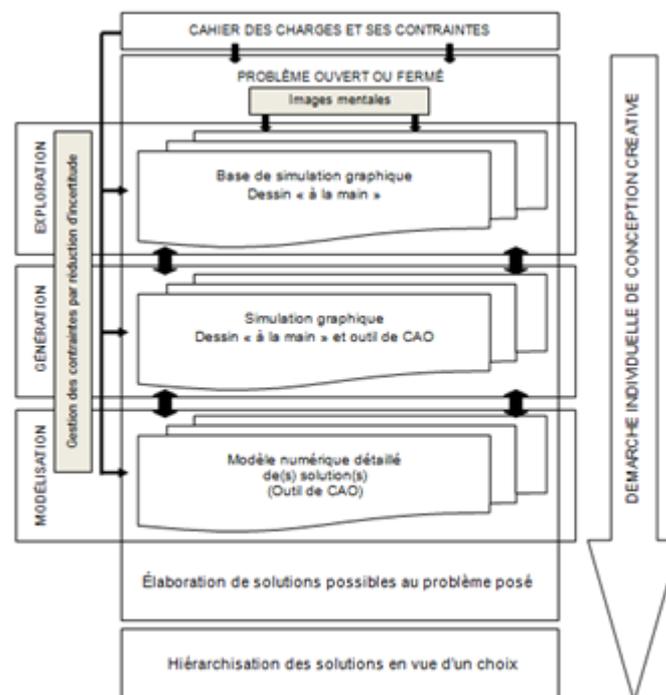


Figure n°1. Modélisation de la conception créative (Laisney, 2012b)

Cette modélisation prend en compte le type de problème posé et son adéquation avec les outils mis en œuvre (dessin à la main et CAO) et à leur articulation dans les différentes

phases de la conception créative : exploration, génération et modélisation, du modèle de Lebahar.

La portée de cette recherche et de ses conclusions reste contingente des situations, des problèmes et des outils spécifiques. Nous considérons qu'elle permet d'envisager quelques éléments qui contribuent à la compréhension du processus d'enseignement-apprentissage de la conception en technologie au collège. Cette compréhension étant pour nous un préalable pour envisager la préconisation de situations « efficaces » du point de vue de l'enseignement et de l'apprentissage. Dans cette optique nous envisageons quelques éléments permettant de poursuivre ce travail de thèse. Nous proposons une nouvelle étude qui consiste à tester notre modèle en envisageant le rôle que peuvent jouer les imprimantes 3D dans ce processus.

L'articulation entre tâche et activité

L'acquisition des savoirs relève de la construction de sens au travers des situations proposées aux élèves. Cette construction relève de l'articulation tâche-activité telle qu'elle a été étudiée dans la théorie de l'activité. De nombreux travaux (Collis & Margaryan, 2004; Engeström & Sannino, 2010; Ginestie & Tricot, 2013; Jonassen, 2002) montrent tout l'intérêt de ce paradigme pour penser les situations d'enseignement dans les domaines scientifiques et technologiques. En éducation technologique, les élèves sont confrontés à des environnements d'apprentissage censés leur permettre de construire une compréhension du monde à partir des objets, physiques ou conceptuels, qu'ils manipulent et sur lesquels ils réfléchissent. En fait, cette construction consiste à donner un sens à ces objets et au monde qui les entoure. Ce sens est ancré dans une culture, d'après Vygotski (1997) et Leontiev (1972) notre relation à notre environnement est médiatisée par des activités. Cette approche repose sur la théorie de l'activité telle qu'elle a été élaborée à partir des travaux de la psychologie soviétique par Galperine (1966) et Leontiev (1976).

Problématique

Concevoir un objet relève de processus complexes qui consistent à prévoir une matérialité à un objet qui n'existe pas encore et qui n'existe que dans l'esprit de ceux qui le conçoivent (Lebahar, 2008). Ainsi, le mode d'existence des objets techniques repose en grande partie sur la capacité à organiser l'activité humaine en l'orientant vers une fin, celle de produire un objet (Lebahar, 2009; Vérillon & Andreucci, 2006). Le processus de conception est assimilé à une stratégie de résolution de problèmes ouverts sur plusieurs solutions où les interactions entre fonctionnement-fonction-structure-forme-matière supposent des niveaux de description et d'intégration des contraintes (Andreucci & Chatoney, 2009; Chatoney, 2009). Selon Visser (2004), les représentations occupent une place centrale dans l'activité du concepteur. Ces représentations peuvent être internes, telles que des images mentales, mais aussi externes (Gibson, 1979 ; Huot, 2005 ; Lebahar, 2007 ; Safin, 2011) et utiliser différents systèmes sémiotiques : modalités verbales, gestuelles ou graphiques sous forme de dessins, de modèles mais aussi de maquettes ou de prototype réalisé avec des moyens de production. Nous proposons d'étudier le rôle que jouent les imprimantes 3D dans le processus de conception-fabrication des objets technique en envisageant l'étude des possibilités offertes par le prototypage rapide. Dans cette perspective, nous faisons l'hypothèse que l'imprimante 3D favorise le processus de

recherche de solution en permettant des « allers-retours » (reconception) entre le modèle numérique et l'objet fabriqué.

Méthodologie de l'étude et résultats attendus

Dans un premier temps, un état des lieux à propos de l'usage des imprimantes 3D fait par les professeurs de technologie au collège dans l'académie d'Aix-Marseille a été réalisé. L'analyse des réponses à un questionnaire auquel une centaine d'enseignants ont répondu nous a permis de constater l'intérêt que représentent ces nouveaux équipements pour l'enseignement de la technologie. Cette tendance mérite néanmoins d'être confirmée sur une population plus large. L'académie d'Aix-Marseille est actuellement dans une phase d'équipement des établissements scolaires et les usages, même s'ils sont encore peu observés compte tenu du taux d'équipement actuel, sont fortement liés à l'activité de conception des objets que nous envisageons de décrire pour comprendre son processus d'enseignement apprentissage.

Dans un second temps nous expérimentons une séquence d'enseignement dans laquelle les élèves devront résoudre un problème de conception en ayant recours à une imprimante 3D. Cette expérimentation actuellement en cours concerne 10 classes de 3ème soit plus de 270 élèves. Les analyses de la tâche et de l'activité a priori des élèves nous permettent d'identifier les savoirs en jeu et de définir l'espace des solutions possibles au problème posé. Suite à l'expérimentation, l'analyse de l'activité déployée par les élèves au travers des traces relevées des différents états de représentation de l'objet à concevoir (esquisses, fichiers numériques et pièces imprimées) permet de comprendre comment les élèves procèdent à la recherche de solutions. À partir des résultats de l'analyse de ces traces nous pourrions montrer le rôle de l'usage des imprimantes 3D par les élèves et enrichir éventuellement notre modélisation de la conception créative (Figure 1) en situant précisément l'introduction de ce nouvel outil, pour favoriser le processus créatif de conception d'objets par des élèves de collège. Pour atteindre cet objectif, cette étude, centrée sur l'élève devra être prolongée par une analyse de l'activité de l'enseignant pour préciser son rôle dans la conduite de l'action des élèves.

Références bibliographiques

- Andreucci, C., & Chatoney, M. (2009). Enseigner la technologie pour réinventer la roue à l'école primaire. In P. Charland, F. Fournier, M. Riopel, & P. Potvin (Eds.), *Apprendre et enseigner la technologie : Regards multiples* (pp. 61-72). Québec: Editions multimondes.
- Chatoney, M. (2009, 26-30 June). Make a plan, make choices and prove the quality of its job. Simple's gestures for learning something else than technics. Paper presented at the CRIPT conference. Making the difference, Birmingham.
- Collis, B., & Margaryan, A. (2004). Applying Activity Theory to Computer-Supported Collaborative Learning and Work-Based Activities in Corporate Settings. *Educational Technology Research and Development*, 51(4), 38-52.

- Engeström, Y., & Sannino, A. (2010). Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Educational Research Review*, 5, 1-24. doi: 10.1016/j.edurev.2009.12.002
- Galperine, P. (1966). Essai sur la formation par étapes des actions et des concepts, *Recherches psychologiques en URSS*. Moscou: Édition du Progrès.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Ginestie, J., & Tricot, A. (2013). Activité d'élèves, activité d'enseignants en éducation scientifique et technologique. *RDST*, 8, 9-22.
- Huot, S. (2005). Une nouvelle approche pour la conception créative : De l'interprétation du dessin à main levée au prototypage d'interactions non-standard. (Doctorat), Université de Nantes, Nantes.
- Jonassen, D. H. (2002). Learning as Activity. *Educational Technology*, 42(2), 45-51.
- Laisney, P. (2012a). Intermédiaires graphiques et CAO en technologie au collège. *Skholê*, 17, 173-182.
- Laisney, P. (2012b). Intermédiaires graphiques et Conception Assistée par Ordinateur - Étude des processus d'enseignement-apprentissage à l'œuvre en technologie au collège. Université de Provence, Marseille. Retrieved from http://tel.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=u6u9sch81mlmn3eea89shtcnd2&view_this_doc=tel-00955099&version=1
- Laisney, P., & Brandt-Pomares, P. (2014). Role of graphics tools in the learning design process. *International Journal of Technology and Design Education*. doi: 10.1007/s10798-014-9267-y
- Lebahar, J.-C. (1983). *Le dessin d'architecte : simulation graphique et réduction d'incertitude*. Roquevaire: Éditions Parenthèses.
- Lebahar, J.-C. (2007). *La conception en design industriel et en architecture. Désir, pertinence, coopération et cognition*. Paris: Hermès-Lavoisier.
- Lebahar, J.-C. (Ed.). (2008). *L'enseignement du design industriel : entre art et technologie*. Paris: Hermès-Lavoisier.
- Lebahar, J.-C. (2009). Les deux systèmes d'existence de l'artefact : objet et système. In J. Baillé (Ed.), *Du mot au concept « objet »* (pp. 9-27). Grenoble: Presses universitaires de Grenoble.
- Leontiev, A. N. (1972). *Activité, conscience, personnalité* (2eme ed.). Moscou: Editions du Progrès.
- Leontiev, A. N. (1976). *Le Développement du psychisme : problèmes*. Paris: Éditions sociales.

- Safin, S. (2011). Processus d'externalisation graphique dans les activités cognitives complexes : le cas de l'esquisse numérique en conception architecturale individuelle et collective. (PhD Thesis), University of Liège, Belgium.
- Vérillon, P., & Andreucci, C. (2006). Artefacts and cognitive development: how do psychogenetic theories of intelligence help in understanding the influence of technical environments on the development of thought? In M. De Vries & E. Mottier (Eds.), *International Handbook of Technology Education: The State of the Art* (pp. 399-416). Rotterdam: Sense Publishers.
- Visser, W. (2004). *Dynamic Aspects of Design Cognition: Elements for a Cognitive Model of Design*: Rapport INRIA n°5144.
- Vygotski, L. S., & Piaget, J. (1997). *Pensée et langage* (3e édition, traduction revue. ed.). Paris: La Dispute : SNEDIT.