



Didactique des sciences physiques, didactique de la technologie, et usage des TICE

Pascale Brandt-Pomares, Jean Marie Boilevin

ADEF UMR, IUFM Université de Provence, Marseille

p.brandt-pomares@aix-mrs.iufm.fr

jm.boilevin@aix-mrs.iufm.fr

Keywords: laptop computer, teaching activity, disciplinary knowledge, didactical interactions.

Abstract

The purpose of the hereby presented research is to study the question of teaching a disciplinary knowledge in a situation where laptop computers are used. The aim is to experiment teaching systems in physics and technology where the computer is used from the conception of the situation and thus to take into account the fact that the method of transmission appropriation changes the learning processes and that the teaching activity can be therefore modified. The results are based on the analysis of interactions in the teaching situation observed in every taught subject.

1 Introduction

L'analyse de deux dispositifs d'enseignement, l'un en sciences physiques et l'autre en technologie, repose sur une méthodologie de recherche commune. Des observations provoquées intègrent le recours à l'usage informatique dès la conception des dispositifs dans les deux disciplines et donnent lieu à l'analyse des interactions didactiques qui vient éclairer le rôle que jouent ces dispositifs dans l'activité enseignante.

2 Cadre de l'étude

La situation d'enseignement est considérée comme une situation d'activité instrumentée dans laquelle le recours aux ordinateurs portables constitue une technologie pour l'enseignement qui interfère avec les relations et interactions didactiques.

2.1 Situation d'activité instrumentée

Pour identifier et caractériser les pratiques enseignantes, nous considérons le travail de l'enseignant comme une activité (Leontiev, 1974, 1975; Luria, 1979; Vernant, 1997; Vygotski, 1985). Ainsi le recours au TICE permet de penser les situations d'enseignement comme des situations d'activité instrumentée dans lesquelles l'usage de l'ordinateur constitue un des moyens d'action de l'enseignant dans son travail. Les processus de transmission-appropriation étant considérés comme centraux dans l'activité enseignante, nous nous attachons à étudier l'influence de l'usage des ordinateurs portables sur ces derniers.

Ce que Rabardel définit très précisément comme instrument n'existe pas par nature. L'artefact - outil, instrument¹, objet technique, Objet Matériel Fabriqué (Rabardel & Vérillon, 1985) - ne devient réellement instrument qu'en situation, inscrit dans un usage, dans un rapport instrumental à l'action du sujet, en tant que moyen de celle-ci (Rabardel, 1995, p. 60). Pour cet auteur, l'artefact est susceptible de devenir un instrument dans l'usage qui en est fait. En lui même, l'artefact ne constitue qu'une composante partielle de l'activité instrumentée, l'autre composante relevant de l'utilisateur. L'appropriation est le processus par lequel le sujet reconstruit pour lui-même des schèmes d'utilisation d'un artefact au cours d'une activité significative pour lui. Un artefact devient instrument lorsqu'il devient médiateur de l'action pour le sujet. Rabardel parle alors de genèse instrumentale. L'artefact n'est pas en soi instrument ou composante d'un instrument (même lorsqu'il a été initialement conçu pour cela); il est institué comme instrument par le sujet qui lui donne le statut de moyen pour atteindre les buts

¹ Notons que, dans le langage courant, l'outil semble plus déterminé par l'opération dans laquelle il intervient, alors que l'instrument demanderait plus d'engagement du sujet dans l'activité.

de son action. L'instrument est une entité mixte composée de l'artefact et des schèmes que le sujet lui associe.

Rabardel distingue dans la genèse instrumentale le processus d'instrumentalisation (lié aux artefacts) de celui d'instrumentation (lié aux schèmes). Le processus d'instrumentalisation intéresse la composante artefactuelle de l'instrument par attribution de fonction(s) alors que l'instrumentation tournée vers le sujet est constitutive de la capacité du sujet à s'adapter à de nouvelles contraintes, de nouveaux objets, à la genèse des schèmes.

Ce cadre constitue une des bases à partir desquelles l'analyse des situations d'enseignement-apprentissage qui recourent aux TICE est faite en éclairant le rôle de médiation que les ordinateurs portables jouent dans l'activité enseignante.

2.2 La relation didactique

2.2.1 *Contrat et temps didactique*

Les principaux objets d'étude des didactiques des disciplines s'articulent très souvent autour de la relation didactique qui comprend de multiples composantes. Pour Jonnaert et Vander Borgh (1999) deux de celles-ci sont déterminantes: le savoir et le contrat didactique.

Le contrat didactique (Brousseau, 1998) gère les interactions complexes entre élèves, savoirs et enseignant. Tout se joue, dans la situation scolaire, comme si les partenaires avaient à respecter des clauses qui n'ont jamais été discutées, clauses qui au fond ne sont jamais entièrement respectées, et dont les ruptures peuvent correspondre à des avancées de la connaissance partagée. Il s'agit en fait d'un système de règles (implicites et/ou explicites) et de décisions (négociées ou non; spontanées ou non) qui détermine ce que chaque partenaire didactique (enseignant, élève) a la responsabilité de gérer, et dont il sera d'une manière ou d'une autre, responsable devant l'autre. Il préexiste à la situation didactique. L'enseignant et l'élève y sont contraints.

Pour Jonnaert et Vander Borgh (1999), le contrat didactique, inscrit dans le temps, est le véritable moteur de la relation didactique. Il agit sur des changements de rapport au savoir à travers l'espace de dialogue créé. Il est alimenté par des ruptures de contrat et il s'appuie sur des processus de dévolution didactique et de contre dévolution didactique. Les ruptures didactiques de contrat surgissent lorsque l'élève est confronté à une situation paradoxale (par rapport à son propre savoir) ou lorsque l'attitude de l'enseignant apparaît inattendue et qu'il ne se présente plus comme le garant de la bonne marche des apprentissages scolaires.

2.2.2 *Interactions didactiques*

De nombreuses recherches centrées sur l'étude des interactions éducati-

ves adoptent un point de vue selon lequel les interactions interindividuelles prennent une place centrale dans les processus d'acquisition de connaissances (Weil-Barais & Dumas-Carré, 1998): l'individu se construit dans l'interaction avec les autres, comme considéré dans la continuité des courants théoriques constructivistes et socio constructivistes (Boilevin, 2000).

En classe, les interactions didactiques ont lieu à propos de savoirs entre le professeur et des élèves ou entre élèves. L'interactivité qui vise l'apprentissage de savoirs par les élèves se traduit par des échanges verbaux qui peuvent être de natures différentes mais complémentaires. Selon les auteurs, les interactions peuvent être qualifiées d'interactions de tutelle ou d'interaction de médiation: L'appropriation des connaissances par les élèves nécessite en effet ces deux modes d'interactivité et il semble utile que les professeurs parviennent à les maîtriser et à les instaurer, selon les intentions didactiques et les besoins des élèves" (Weil-Barais, 1998).

2.2.3 La tutelle

La tutelle est un guidage vers une connaissance nouvelle. Pour Bruner (1983) l'interaction de tutelle ou guidage, est "une entreprise de collaboration à travers laquelle on aide l'enfant à se développer". Elle correspond à un "processus d'étayage qui rend l'enfant ou le novice capable de résoudre un problème, de mener à bien une tâche ou d'atteindre un but qui auraient été, sans cette assistance, au-delà de ses possibilités"². L'étayage est défini autour des points suivants: l'enrôlement de l'élève, la réduction des degrés de liberté dans la réalisation de la tâche, le maintien de l'orientation définie, la signalisation des caractéristiques déterminantes pour l'exécution de la tâche, le contrôle de la frustration de l'enfant et la démonstration. Dans les situations d'interaction en classe, c'est l'exécution des tâches qui détermine les interventions du professeur. Le guidage est centré "sur l'aide à la production de réponses ou sur l'aide à l'appropriation de procédés de traitement ou de contrôle de l'activité cognitive" (Weil-Barais, 1998). L'action de tutelle est efficace s'il y a adéquation entre les conduites des élèves et les intentions de l'action du tuteur.

2.2.4 La médiation

Le concept de médiation recouvre des sens très différents suivant le champ d'utilisation. S'inspirant de la conception de la médiation dans le champ de l'intervention sociale, Weil-Barais & Dumas-Carré (1995) définissent la médiation scolaire comme "un processus visant à prévenir et/ou à résoudre un conflit ou une difficulté cognitive ... une stratégie de prévention et de résolution des incompatibilités cognitives" ... "la notion de médiation considère l'intervention

² Le concept d'étayage apparaît ainsi lié au concept de zone proximale de développement proposé par Vygotski.

verbale comme un acte” et non comme “une simple expression d’un savoir à transmettre et/ou d’une représentation mentale indépendante de l’énoncé et du contexte de l’énonciation”. Dans les interactions de médiation, l’enseignant négocie avec les élèves les changements cognitifs” (Weil-Barais & Dumas-Carré, id). Ces changements ont trait aux significations, aux règles, aux normes et aux conventions. La médiation peut ainsi être considérée comme un processus de co-construction dans lequel l’enseignant accompagne l’élève.

3 Méthodologie

Nous nous intéressons au comment enseigner/apprendre “un savoir disciplinaire” intégrant l’usage des *TICE*, en sciences physiques et en technologie. Pour traiter cette question de l’enseignement d’un savoir disciplinaire, il s’agit d’expérimenter des dispositifs didactiques à partir d’enseignements où l’ordinateur est présent dès la conception de la situation. Ces dispositifs reposent sur un travail d’équipes d’enseignants volontaires pour préparer, mettre en place et analyser une séquence d’enseignement dans chaque discipline mise en œuvre par l’un d’entre eux.

3.1 Dispositif d’enseignement

Le travail collectif s’est concentré sur la recherche d’enseignements adaptés au développement des potentialités de l’outil informatique. Les savoirs mis en jeu ont fait l’objet d’un travail de sélection pour arriver à voir dans quelle mesure ils méritaient le recours aux ordinateurs portables. En sciences physiques, le choix collectif s’est porté sur l’optique en classe de quatrième (couleur et synthèse additive). En technologie, l’enseignement a été choisi en rapport à l’usage habituel d’ordinateurs fixes; cependant au-delà du recours à un logiciel utilisé habituellement en conception assistée par ordinateur (CAO), l’accent a été mis sur les aspects de communication rendus plus faciles avec le réseau Internet et l’aspect personnel de l’outil.

3.1.1 En technologie

La séance concerne une classe de 3^e (14-15 ans) et dure deux périodes de 50 minutes entrecoupées d’une récréation. Elle s’articule autour de tâches de CAO (Conception Assistée par Ordinateur). Chaque élève est responsable d’une pièce et, par groupe de trois, ils doivent réaliser, avec le logiciel Solidworks, un assemblage de trois pièces (un porte bloc de papier, un porte crayon et un porte courrier) pour réaliser un set de bureau. Tous les documents leur sont communiqués par fichier (consigne de travail, cahier des charges, fichiers des pièces) et les échanges ont lieu par messagerie grâce au réseau Internet. Le choix de

la couleur et du modèle de pièce parmi trois possibilités, ainsi que le respect de contraintes d'assemblage, participent au travail de conception demandé aux élèves. Ils doivent communiquer entre eux par mail pour se coordonner et obtenir les choix des autres membres de la triplète à laquelle ils appartiennent, avant de réaliser chacun l'assemblage que le logiciel de CAO permet de faire. Pour réaliser ce travail de conception, la séance va se dérouler dans l'ordre des thèmes suivants: prise en main de la classe, présentation de la séance, tâche 1: consultation des différents documents électroniques, tâche 2: échanges sur les propositions de choix, tâche 3: assemblage CAO (cf. Tableau 1).

3.1.2 En sciences physiques

La séance est mise en place dans deux classes de 4^e (13-14 ans). Dans la classe 1, l'analyse des tâches fait apparaître plusieurs thèmes: début de séance; problématique générale de la séance de classe; tâche 1: composer une couleur à l'aide d'un logiciel approprié; tâche 2: expliquer, à l'aide d'un logiciel, comment la télévision permet de recréer la couleur produite précédemment; tâche 3: composer une couleur par addition à l'aide d'un logiciel; tâche 4: expliquer le principe de la synthèse additive à l'aide du manuel et de l'expérience réalisée par le professeur avec le vidéo projecteur; tâche 5: compléter un schéma à l'aide du manuel et de la synthèse projetée par le vidéo projecteur; fin de séance.

Dans la classe 2, on retrouve les mêmes thèmes jusqu'à la tâche 4 mais la fin de séance arrive plus tôt et la tâche 5 est donnée sous forme de travail complémentaire à réaliser à la maison.

3.2 Mode d'analyse

Les méthodes et les techniques d'analyse de tels corpus peuvent s'opérer de différentes façons (Dumas-Carré & Weil-Barais, 1996; Schneuwly, Dolz & Ronveaux, 2006). Nous avons choisi de procéder à une analyse des interactions langagières de façon à caractériser deux types d'interactions didactiques. Les interactions de tutelles et celles de médiation. Cette distinction permet de mettre l'accent sur la description des activités des élèves et de l'enseignant.

4 Résultats de l'analyse

Les données recueillies concernent la séance d'enseignement de technologie et les deux séances d'enseignement de physique. Les résultats centrés sur l'analyse des interactions auxquelles ils donnent lieu viennent éclairer l'enchaînement temporel des tâches, les savoirs réellement mis en jeu et leur mode de transmission-appropriation.

4.1 L'observation en technologie

L'enseignant se sert des ordinateurs dans la séquence d'enseignement en l'intégrant aux tâches demandées aux élèves mais il s'en sert aussi dans la deuxième partie de la séance pour faire la démonstration vidéo projecteur, à l'appui de ce que le logiciel Solidworks permet de faire, aux élèves qui ne l'ont encore jamais utilisé du moins pour les fonctionnalités en jeu. Cette manière de procéder renvoie à une monstration didactique visant l'appropriation plus rapide des fonctionnalités du logiciel et apparaît de ce point de vue très adaptée. Nous pouvons souligner la nature des interactions langagières très liées au guidage de la tâche. Effectivement les échanges verbaux traduisent des interactions didactiques portant essentiellement sur le mode de la tutelle qui vise à accompagner l'élève dans la réalisation de la tâche mais pas forcément dans les apprentissages. Seuls trois moments dans la séance sont plutôt propices à la co-construction et donc à une médiation de la part de l'enseignant qui va engager les élèves dans un processus qui leur est propre. Effectivement, l'apport de l'enseignant à propos de la démonstration des fonctionnalités utiles pour la réalisation de la tâche va procéder de cette co-construction. Il est à noter que le dispositif ne prévoyait pas, sans pour autant l'interdire, une telle intervention à laquelle l'enseignant a choisi de procéder pour aider les élèves à avancer. Les deux autres moments concernent la présentation de la séance dans laquelle l'enseignant explique aux élèves ce qu'ils vont avoir à faire et un autre moment dans la séance où il constate que les élèves ne se préoccupent pas suffisamment de la couleur dans les échanges qu'ils doivent avoir entre eux.

L'analyse de la séance appelle une remarque quant au dispositif d'enseignement tel qu'il a été prévu. Sans doute la première exécution d'une ingénierie permet-elle toujours des ajustements notables et en l'occurrence l'organisation mise en œuvre notamment pour communiquer par fichier interposé avec les élèves et l'équilibre de la gestion du temps didactique méritent des ajustements. Il n'en reste pas moins que l'enseignant a pris à bras le corps les problèmes d'appropriation de l'outil par les élèves tout en poursuivant le but qu'il s'était fixé.

4.2 L'observation en sciences physiques

Le temps didactique est différent dans les deux classes. La dernière tâche sera d'ailleurs reportée à la maison pour la classe 2 par manque de temps.

Une première explication de ce décalage est liée au manque d'ordinateurs portables dans la seconde classe qui nécessite une organisation différente de la part du professeur. Ajoutons que dans les deux classes se pose plusieurs fois le problème des batteries des ordinateurs (chargeur oublié notamment).

Le début de séance dans la classe 2 perturbe aussi l'enseignant qui s'aperçoit que la classe a du mal à entrer dans le jeu de la dévolution. Les élèves ne répondent pas aux nombreuses sollicitations de leur professeur lorsqu'il souhaite les faire participer à la problématisation de l'objet de la séance. Les élèves jouent en fait le jeu de la contre-dévolution presque systématiquement. Il semble enfin que les compétences techniques des élèves soient moindres dans la seconde classe.

Concernant les modalités d'intervention de l'enseignant au cours des deux séances, notons que l'intervention de type tutelle est quasi systématique dans les tâches recourant à l'ordinateur. Les interventions du professeur (verbales ou non verbales) tendent toutes vers la bonne exécution des tâches avec les logiciels. La médiation est employée dans les moments de dévolution ou de discussion en classe et la communication verbale est de type magistrale dans les moments de synthèse. La co-construction ne concerne finalement que certains objets de savoir purement disciplinaires. Les savoirs concernant les TIC ne font pas partie des apprentissages visés dans la séance. Les préoccupations de l'enseignant sont tournées vers la transmission de quelques notions disciplinaires (composition d'une couleur, synthèse additive).

5 Comparaison et conclusion de l'analyse des séances d'enseignement de technologie et de physique

Dans les deux disciplines, le dispositif matériel a joué le rôle d'instrument dans l'activité de l'élève qui ne pouvait réaliser les tâches sans s'en approprier l'usage. Alors qu'en sciences physiques l'enseignant se sert de l'ordinateur pour permettre aux élèves d'apprendre, grâce à l'outil, le savoir associé aux travaux pratiques d'optique, en technologie il s'agit d'apprendre en même temps à se servir de l'outil et à réaliser l'exercice de CAO. L'utilisation de l'outil informatique sert à enseigner dans les deux disciplines mais force est de constater qu'il constitue un savoir technologique. Dès la conception de la séance, la différence entre les deux disciplines porte sur le fait que le dispositif qui intègre les ordinateurs portables en réseau est utilisé pour enseigner quelque chose qui ne pourrait pas s'enseigner sans, en technologie (CAO et échanges internet), alors qu'en sciences physiques le recours au dispositif informatique ne modifie pas réellement le savoir enseigné ni mais la manière de l'enseigner puisqu'il permet seulement aux élèves de faire ce que l'enseignant aurait fait seul dans une démonstration. Finalement, ce ne sont pas les manières d'enseigner qui changent le plus puisque, bien qu'elles soient différentes, celles de technologie comme de sciences physiques sont plutôt confortées. La coconstruction porte sur les

savoirs d'optique en physique alors qu'elle concerne des savoirs de conception et d'utilisation de l'outil informatique en technologique. Les contrats didactiques habituels continuent à fonctionner même s'ils semblent plus difficiles à faire vivre: travail guidé en technologie et recours à un dispositif expérimental en physique. Alors que l'enjeu de savoir lui occupe une place fondamentale. C'est en fait quand l'ordinateur permet de faire quelque chose de nouveau, que l'on ne peut pas faire sans lui, que de réelles modifications peuvent apparaître tant dans le savoir enseigné que dans la manière de l'enseigner.

BIBLIOGRAPHIE

- Boilevin J.-M. (2000), *Conception et analyse du fonctionnement d'un dispositif de formation initiale d'enseignants de physique-chimie utilisant des savoirs issus de la recherche en didactique: un modèle d'activité et des cadres d'analyse des interactions en classe*, Thèse de doctorat, Université de Provence.
- Brousseau G. (1998), *Théorie des situations didactiques*, Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Bruner J.S. (1983), *Le développement de l'enfant: savoir faire, savoir dire*, Paris, P.U.F.
- Dumas-Carré A., Weil-Barais A. (Eds) (1996), *Méthodes et Techniques d'analyse des corpus interactifs*, Colloque université de Provence (Aix-en-Provence, 9 au 11 mai 1996), Paris, GDSE P7, Université Paris 7.
- Jonnaert P., Vander Borgh C. (1999), *Créer des conditions d'apprentissage. Un cadre de référence pour la formation didactique des enseignants*, Bruxelles, De Boeck.
- Léontiev A. (1974), *The problem of activity in psychology*, Soviet Psychology, 13, pp. 14-33.
- Léontiev A. (1975), *Activité, conscience, personnalité*, Moscou, Éditions du progrès.
- Luria A. (1979), *The making of mind: A personal account of Soviet Psychology*, Cambridge M.A., Harvard University Press.
- Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies, Approche cognitive des instruments contemporains*, Paris, Armand Colin.
- Rabardel P., Véricollon P. (1985), *Relations aux objets et développement cognitifs*, in: A. Giordan, J.-L. Martinand (Eds.), *Actes des septièmes journées internationales sur l'éducation scientifique*, Paris, LIRESP, Université Paris VII, pp. 189-196.
- Schneuwly B., Dolz J., Ronveaux C. (2006), *Le synopsis: un outil pour analyser les objets enseignés*, in: M.-J. Perrin-Glorian, Y. Reuter (Eds.), *Les méthodes de recherche en didactique*, PUS.
- Vernant D. (1997), *Du discours à l'action. Formes sémiotiques*, Paris, PUF.
- Vygotski L.V. (1985), *Pensée et Langage*, Paris, Messidor/ Éditions sociales.

- Weil-Barais A. (1998), *Introduction*, in: A. Dumas-Carré et A. Weil-Barais (Coord), *Tutelle et médiation dans l'enseignement et la formation*, Rapport final. Recherche soutenue par l'IUFM de l'Académie de Versailles, pp. 4-6.
- Weil-Barais A., Dumas-Carré A. (1995), *Essais d'objectivation et de transformation des pratiques médiatrices des enseignants dans l'éducation scientifique*, Rapport final. Recherche soutenue par l'IUFM de l'Académie de Versailles, Paris, LIREST – GDSE P7, Université Paris 7.
- Weil-Barais A., Dumas-Carré A. (1998), *Les interactions didactiques: tutelle et / ou médiation?*, in: A. Dumas-Carré et A. Weil-Barais (Eds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*, Berne, Peter Lang, pp.1-15.