

LE DEVELOPPEMENT PROFESSIONNEL DES ENSEIGNANTS DE MATHEMATIQUES: L'UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE NUMERIQUE

Maria Alice **GRAVINA**
Marcus Vinícius **BASSO**
Elisabete **BURIGO**
Márcia **MENEGHETTI**
Eliana **SALIN**
Vandoir **STORMOWSKY**
PPGEMat /UFRGS/ BRÉSIL
mat-ppgensimat@ufrgs.br

Résumé

Cet article décrit un programme de développement professionnel des enseignants des mathématiques brésiliens du collège et du lycée pour l'usage de la technologie numérique. Il traite aussi de d'une recherche en développement qui se concentre sur les effets du programme de formation proposé sur les processus de genèses instrumentales personnelles et professionnelles des enseignants. Les résultats préliminaires indiquent la persistance des pratiques habituelles en salle de classe, avec peu d'innovation en matière d'approche didactique ou des contenus mathématiques.

Mots clés

Technologie numérique, enseignant des mathématiques, formation professionnelle

INTRODUCTION

Le rôle des systèmes sémiotiques de représentation dans l'apprentissage des mathématiques est objet de recherche dans le domaine de l'enseignement des mathématiques. La technologie numérique multiplie les possibilités de représentation en permettant la manipulation de différentes représentations sur l'écran de l'ordinateur. Des recherches attestent le potentiel des systèmes de représentation dynamiques dans le processus d'apprentissage. Les élèves font des expérimentations et des conjectures qui sont raffinées à travers le *feedback* offert par l'environnement dans un processus d'apprentissage en spirale (Moreno-Armella, Hegedus & Kaput, 2008 ; Lagrange, 2013). Toutefois au Brésil, d'après notre expérience de formation des enseignants, nous observons qu'on ne fait pas encore usage dans les écoles, à grande échelle, de la technologie numérique comme une ressource pour l'apprentissage des mathématiques (Gravina et al. 2012) .

Dans cet article nous présentons un programme de développement professionnel des enseignants de mathématiques pour l'usage de la technologie numérique dans les écoles. Le programme se déroule à l'Université Fédérale de Rio Grande do Sul (UFRGS) au Brésil.

UN PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL

Le programme « Mathématiques, Médias Numériques et Didactiques (MMDD) » est offert par le Programme de Post-Graduation en Enseignement de Mathématiques (PPGMAT/UFRGS), en partenariat avec l'Université Aberta do Brasil (UAB) dans la modalité « éducation à distance(EAD) ». Cent vingt enseignants de l'État du Rio Grande do Sul participent à la

deuxième édition (2014-2015). Une équipe de sept professeurs d'université, formateurs et chercheurs, et sept tuteurs travaillent avec les enseignants, à travers les outils EAD. Des rencontres présentielle avec les tuteurs ont lieu tous les mois dans les six villes appelées « Pôles de Soutien Présentiel ».

Les objectifs du cours sont: a) l'actualisation des connaissances des enseignants de mathématiques, en y intégrant l'usage des technologies numériques en classe ; b) l'implémentation de pratiques pédagogiques innovatrices dans les écoles, en introduisant un rôle actif de l'élève dans le processus d'apprentissage. Les enseignants doivent suivre quatre cours de formation en mathématiques faisant usage de la technologie, associés à quatre cours de discussion pédagogique; deux cours concernant les recherches en pratiques d'enseignement des mathématiques qui portent sur le nouveau contenu ou sur un nouvel abordage de contenu, faisant usage de la technologie numérique. Au long de dix-huit mois les enseignants apprennent à utiliser différents logiciels (GeoGebra, Winplot, GrafEq); ils réfléchissent sur leurs pratiques d'enseignement, ils proposent et réalisent de nouvelles pratiques à travers l'usage de technologies. Une monographie concernant une pratique d'enseignement faisant usage de la technologie numérique est un travail qui doit être présenté à la fin de la formation. Des sites web ayant des animations et des vidéos sont utilisés comme matériel didactique. La communication synchrone/asynchrone et l'organisation des tâches hebdomadaires sont faites sur MOODLE. Un multiécran aide les enseignants à réaliser des tâches à partir de différents outils. La Web conférence est utilisée lors des rencontres mensuelles dans les villes « Pôle de Soutien Présentiel » pour que les professeurs participent aux activités.

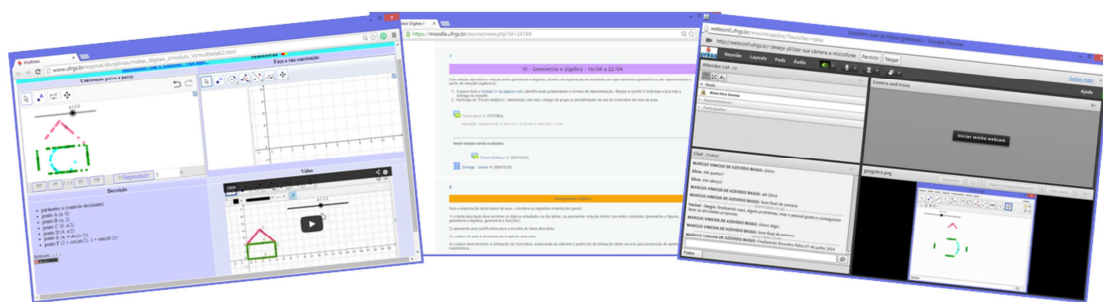


Figure 1- Les outils pour la communication synchrone/asynchrone

LE DESSIN DU PROGRAMME

Dans le cadre de la théorie d'instrumentalisation (Artigue, 2002 ; Trouche, 2004) la question que nous nous posons c'est: de quelle manière un programme de développement professionnel pour l'usage de la technologie numérique peut favoriser des processus de genèses instrumentales personnelle et professionnelle qui impliquent des changements dans l'enseignement et dans l'apprentissage des mathématiques scolaires ?

Ce que nous comprenons comme la genèse personnelle se rapporte au processus de domaine des ressources disponibles dans la technologie numérique : des contenus des mathématiques, des multiples représentations, des possibilités de dynamisme sur l'interface ; et la genèse professionnelle se rapporte au processus d'implémentation de pratiques d'enseignement qui font usage de la technologie numérique (le choix des tâches, l'attention au processus d'apprentissage, la gestion des classes).

En ce qui concerne les changements, nous pensons à de nouvelles approches pour des contenus qui sont aujourd'hui à l'école, ayant peut-être la possibilité d'être anticipés dans le programme scolaire; nous pensons aussi à de nouveaux contenus à l'école qui peuvent être traités quand on fait usage de la technologie numérique.

Nous avons comme hypothèse de départ que les changements de pratiques de l'enseignant (ici on fait référence au processus de genèse instrumentale professionnelle) dépendent de la connaissance que l'enseignant a du potentiel de représentation sémiotique du logiciel qu'il veut utiliser (ici on fait référence au processus de genèse instrumentale personnelle). Cette hypothèse explique l'organisation des tâches au cours de la formation. Les objectifs des tâches, en ce qui concerne le travail avec GeoGebra, sont : comprendre la stabilité des figures dynamiques; comprendre que les constructions géométriques informent sur les propriétés et les théorèmes de la géométrie ; travailler avec des transformations de registres de représentation (Duval, 2006). En ce qui concerne le travail avec le GrafEq, ils sont: comprendre les transformations de registres géométrique et algébrique ; élaborer des raisonnements algébriques généralisateurs. En ce qui concerne le travail avec Winplot, les objectifs sont : comprendre les mathématiques de surfaces de révolutions; développer la visualisation dans l'espace.

Les sites web de soutien aux cours ont été pensés, surtout, pour aider les enseignants dans le processus de genèse instrumentale personnelle (des animations, des objets d'apprentissage, des vidéos, le multi-écran).

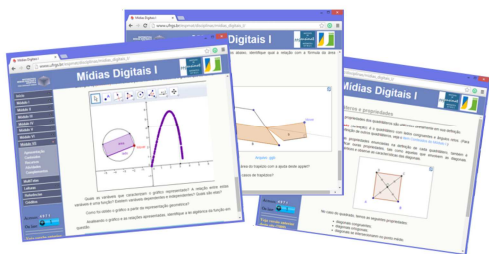


Figure 2- Tâches avec Geogebra dans le site « Midias Digitais I »

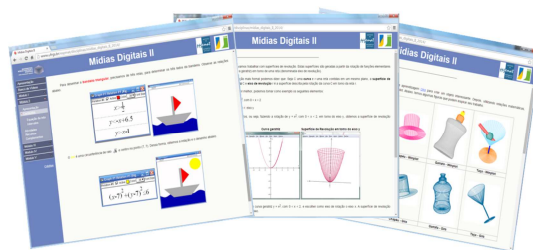


Figure 3- Tâches avec GrafEq et Winplot dans le site « Midias Digitais II »

LA PRODUCTION ET LES PREMIÈRES ANALYSES

La production des enseignants concernant les tâches réalisées montre de quelle manière le processus de genèse instrumentale personnelle se déroule.

Concernant le logiciel GeoGebra nous pouvons dire que dans les tâches du type « boîte-noire » (assez simple), ils se sont appropriés des schèmes d'usage de « faire glisser les points » versus « stabilité de la figure »; ils ont compris le sens d'une figure dynamique, un premier aspect du potentiel de représentation sémiotique du logiciel. Ils ont réalisé des tâches provocatrices du schème d'usage qui convertit le processus de construction en énoncé de propriété géométrique. Par exemple, dans la tâche de construction de quadrilatères à partir des diagonales, ils ont établi la propriété « si les diagonales du quadrilatère ont la propriété ... alors le quadrilatère est du type ... ».

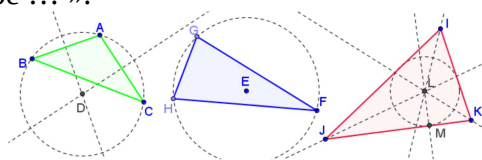


Figure 4 – Tâche «boîte-noire»

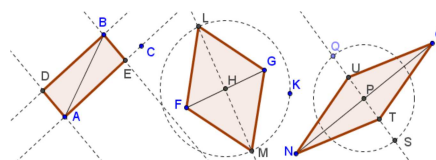


Figure 5 – Tâche «quadrilatères»

Encore faisant usage de GeoGebra, dans les tâches ayant des contenus géométrique et algébrique, ils ont développé des schèmes d'usage pour faire des conversions entre registres. Dans la tâche «nombres commandant des points», ils ont utilisé des relations algébriques pour produire un « dessin surprise » à travers la manipulation d'un seul Sélecteur (l'un des outils de GeoGebra). Dans la tâche « géométrie et fonctions », les schèmes d'usage présents ont été les

suivants: manipuler le point sur la figure et identifier la variabilité; choisir les variables indépendante et dépendante et représenter la variation sur le plan cartésien; déduire la « loi » de la fonction.

-

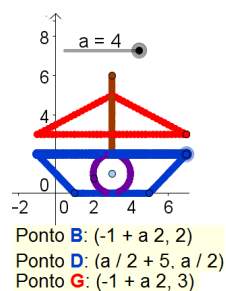


Figure 6 - Tâche «nombres comandant des points»

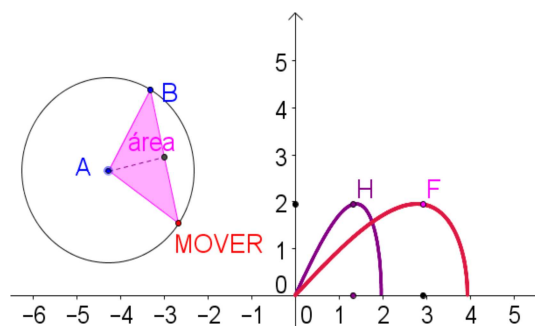


Figure 7 - Tâche «géométrie et fonctions»

Sur l'utilisation du logiciel GrafEq, nous avons observé que dans la tâche de construction de répliques d'œuvres d'art, ils ont repris les schèmes d'usage pour les conversions de la géométrie pour l'algèbre. Dans la tâche de construction de réplique d'illusion d'optique ils ont développé des schèmes d'usage pour la production de raisonnement algébrique généralisateur (grouper des relations à travers l'usage de paramètres).

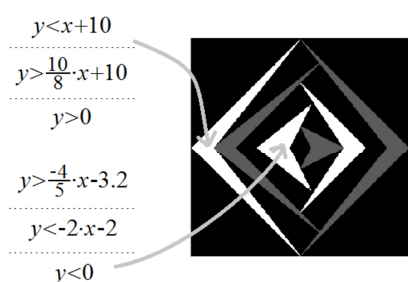


Figure 8 – Tâche «œuvre d'art»

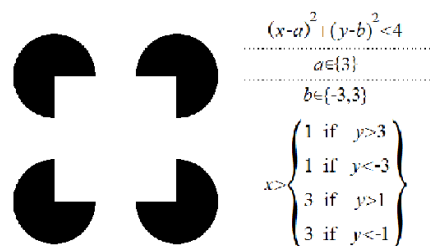


Figure 9 – Tâche «illusion d'optique»

Avec le logiciel Winplot, dans la construction de surface de révolution, un schème d'usage qui intègre des représentations dans le plan et dans l'espace a été mis en œuvre; le règlement des équations sur le plan pour produire une surface de révolution exige un traitement algébrique et une visualisation dans l'espace, simultanément.

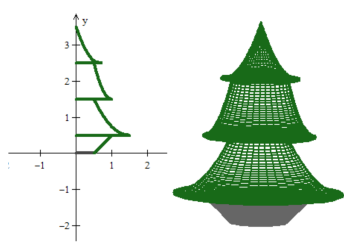


Figure 10 – Tâche «surface de révolution 1»

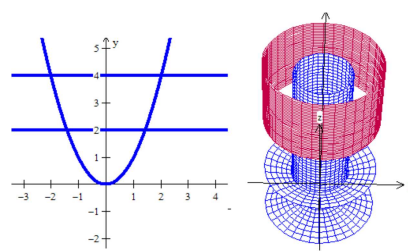


Figure 11 – Tâche «surface de révolution 2»

Sur le processus de genèse instrumentale professionnelle, il a été particulièrement contemplé dans les discussions asynchrones sur Moodle; dans des lectures de travaux de recherche qui discutent les expériences pratiques de l'usage de la technologie numérique; dans des élaborations et réalisations des pratiques faisant usage de la technologie numérique. Les

résultats, jusqu'à présent, n'indiquent pas beaucoup de changement en ce qui concerne les pratiques: a) en général, les propositions des pratiques commencent par un moment d'exposition des contenus, fait par l'enseignant, et après, il y a une tâche sur le logiciel qui reprend les contenus déjà appris. Il est rare de proposer une tâche pour apprendre un nouveau contenu en faisant usage d'un logiciel; b) les tâches qui provoquent l'expérimentation empirique, à travers l'usage de mesures numériques, sont récurrentes et des tâches qui exigent des arguments déductifs et généralisateurs sont rares; c) le topique de préférence est « fonction » et la tâche proposée, en général, porte sur l'observation d'un mouvement graphique à partir de la manipulation des paramètres (translation et dilatation/contraction); des tâches avec des figures géométriques ressemblent, en général, à celles de nature statique inspirées des dessins des livres didactiques.

CONSIDÉRATIONS FINALES

Nous n'avons toujours pas de réponse à la question posée. Les enseignants avaient à leur disposition des sites qui ont été conçus pour provoquer le processus de genèse instrumentale personnelle (ici on met l'accent sur le potentiel des représentations sémiotiques dynamiques des différents logiciels en étude). Dans leurs productions, les enseignants ont montré ce processus en cours. Cependant on ne voit pas encore un processus de genèse instrumentale professionnelle qui implique des changements dans les pratiques d'enseignement des mathématiques scolaire. Les variables qui font interférence dans ce processus ont besoin d'être mieux identifiées pour qu'on avance dans le perfectionnement du dessin du programme « Mathématiques, Médias Numérique et Didactique ». L'expérience en cours nous montre qu'il faut que les processus de genèse personnelle et professionnelle se déroulent de manière plus équilibrée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARTIGUE, M. (2002). Learning Mathematics in a CAS Environment: the Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 245–274.
- DUVAL, R. (2006) A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131.
- GRAVINA, M.A, BURIGO, E.Z., BASSO, M.V.A., GARCIA, V.C. (Eds) (2012). *Matemática, mídias digitais e didática : tripé para formação do professor de matemática*. Porto Alegre: Evangraf. http://www.ufrgs.br/espmat/livros/livro2-matematica_midiasdigitais_didatica.pdf
- LAGRANGE, J.B. (ed) (2013). *Les Technologies numériques pour l'enseignement*. Toulouse : Octarès Edition.
- MORENO-ARMALLO, HEGEDUS, S. & KAPUT, J. (2008). From static to dynamic mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 68, 99-111.
- TROUCHE, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, 281–307.