

Pourquoi un enseignant devrait-il utiliser des outils TICE dans sa classe de mathématiques ?

Note de recherche 8

Préparé par le Centre pour la Technologie dans l'apprentissage, SRI International 7 Décembre 2007

Pourquoi un enseignant devrait-il utiliser des outils TICE dans sa classe de mathématiques ?

La technologie permet de réduire l'effort consacré à des calculs fastidieux et développer la concentration de l'élève sur des points de mathématiques plus importants. Il est tout aussi important de noter que la technologie peut représenter les mathématiques de manière à les aider à comprendre certains concepts. Associées, ces caractéristiques, peuvent permettre aux enseignants d'améliorer ce que les élèves apprennent et la manière dont ils l'apprennent.

Deux raisons d'utiliser la technologie : Calcul et Représentation

L'utilisation de la technologie pour enseigner les mathématiques ne date pas d'hier. De nombreuses sociétés, par exemple, introduisent l'arithmétique à l'aide d'un boulier, et ce pour deux raisons. Tout d'abord, le boulier facilite le calcul. Ensuite, il présente une image tangible des mathématiques, ce qui aide les élèves à comprendre les concepts difficiles.

Le calcul et la représentation vont de paire, tant par le passé qu'à l'heure actuelle. Par exemple, en primaire, de nombreux enseignants utilisent du matériel de manipulation concret, tel que Geoboards (permettant aux élèves de construire des figures géométriques en étirant des rubans en caoutchouc sur une grille de clous) ou Dienes Blocks (donnant aux élèves un modèle physique du concept de valeur de position, dans lequel « 473 » signifie 4 centaines, 7 dizaines et 3 unités). Dans le secondaire, les chercheurs ont découvert que des outils plus avancés étaient nécessaires. Ces outils avancés favorisent l'apprentissage des élèves en facilitant le calcul et en donnant aux idées abstraites une forme plus tangible. Les chercheurs ont découvert que si le matériel physique de manipulation constituait la forme tangible adaptée aux élèves de primaire, les outils TIC étaient ceux qui convenaient aux élèves du secondaire (Kaput, 1992 ; Kaput 2007).

Des chercheurs ont découvert que les TIC peuvent faciliter l'apprentissage lorsqu'ils sont correctement intégrés aux techniques d'apprentissage, au programme et aux évaluations (Means & Haertel, 2004). De nombreuses recommandations spécifiques sur l'utilisation intégrée des TIC dans l'enseignement des mathématiques sont disponibles pour les enseignants. dans ce mémoire consacré à la recherche, nous discutons de deux éléments favorisant la réussite d'une intégration : concentrer la réflexion de l'élève et rendre les idées tangibles.

Concentrer la réflexion de l'élève

Tous les élèves ont des limites quant au nombre d'étapes ou au niveau de détails qu'ils peuvent suivre lors de la résolution d'un problème. Outre la difficulté liée au problème mathématique lui-même, les élèves peuvent être confrontés à une *charge cognitive* supplémentaire (des difficultés de réflexion, par exemple) venant des matériels et outils qu'ils utilisent. Les enseignants doivent minimiser la charge qui ne revêt aucun intérêt pour l'objectif d'apprentissage en cours et diriger l'activité de l'élève vers la réflexion se rapportant à ce qu'ils doivent apprendre (Sweller, 1988). La technologie peut être utile dans la mesure où elle concentre la réflexion de l'élève sur des choses apparentées à ce qu'ils doivent apprendre et non pas sans rapport.

Ce qui est important ou en rapport dépend du champ mathématique et de l'âge de l'élève. A l'école primaire, il est important d'apprendre à maîtriser l'arithmétique. Utiliser la technologie pour exécuter cette réflexion à la place de l'élève serait inapproprié. Dans le secondaire par contre, les élèves maîtrisent déjà l'arithmétique et doivent se concentrer sur des compétences et concepts plus avancés. Une aide au calcul pour les tâches de niveau inférieur peut alors être très intéressante.

Par exemple, les chercheurs ont découvert que lorsque les calculatrices permettent de se décharger des calculs détaillés, les enseignants peuvent davantage se concentrer sur (Burrill et al., 2002; Ellington, 2003) :

- des problèmes plus réalistes ou plus importants ;
- l'exploration et l'explication des représentations multiples ;
- le développement de stratégies alternatives ;
- l'interprétation et les concepts mathématiques.

Les outils TIC modernes ne gèrent pas seulement les calculs arithmétiques ; ils peuvent également être utilisés pour la modélisation, la manipulation des expressions mathématiques, le calcul utilisant des propriétés géométriques et bien plus encore.

Rendre les idées tangibles

Piaget a découvert que les enfants commencent par développer concrètement les idées avant de progresser vers les choses abstraites (Piaget, 1970). Lors de la conception des environnements d'apprentissage, il est souvent utile d'appliquer ce principe dans le sens inverse : pour aider les élèves à s'approprier un concept abstrait, il faut leur donner plus de visualisations tangibles. Par exemple, il est plus facile de comprendre ce qu'est le paramètre m dans l'expression $f(x) = mx + c$ lorsque la fonction est graphiquement représentée et que les élèves peuvent explorer le lien entre m et la pente de la droite (Roschelle et al., 2007).

Bien que des schémas sur du papier ou sur le tableau de l'enseignant puissent rendre des idées tangibles, les schémas statiques ne parviennent souvent pas à transmettre les concepts mathématiques. Par exemple, de nombreux élèves pensent qu'un triangle est isocèle s'il ressemble à un triangle isocèle et ne savent pas démontrer formellement la propriété. A l'aide d'un outil TIC de géométrie, les élèves peuvent saisir et déplacer un sommet d'une construction géométrique d'un triangle et étudier son comportement lors des transformations. Sous forme de jeu, cette image tangible peut préparer les élèves à comprendre la preuve formelle, qui est beaucoup plus abstraite.

Les chercheurs ont découvert que lorsque la technologie permet de transformer les idées abstraites en idées tangibles, les enseignants peuvent plus facilement (Bransford, Brown, & Cocking, 1999 ; Roschelle et al., 2001 ; diSessa, 2001) :

- développer les connaissances et compétences acquises des élèves ;
- mettre en évidence les liens entre les concepts mathématiques ;
- relier les abstractions à des situations réelles ;
- discuter des malentendus courants ;
- introduire des idées plus avancées.

Mieux enseigner les mathématiques et enseigner de meilleurs mathématiciens

Comme nous en avons discuté dans d'autres mémoires de recherche de la série, l'intégration de la technologie en classe permet d'améliorer l'enseignement des mathématiques. En outre, les enseignants peuvent utiliser la technologie pour mieux présenter les mathématiques (Roschelle et al., 2000). Par exemple, les enseignants peuvent consacrer moins de temps à la mémorisation des faits et à l'exécution de calculs courants et se concentrer sur le développement d'idées, l'exploration des conjectures, la justification des résultats et la compréhension des liens – le cœur même des mathématiques (Heid, 1988). En outre, les enseignants peuvent présenter plus tôt des concepts mathématiques plus avancés. L'opportunité de mieux enseigner les mathématiques et d'enseigner de meilleurs mathématiciens devrait être prise en compte dans les programmes technologiques scolaires et dans le développement professionnel de l'enseignant.

Références:

- Bransford, J.D., Brown, A.L., and Cocking, R.R. (eds) (1999). *How people learn: Brain, mind, experience and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Burrill, G., Allison, J., Breaux, G., Kastberg, S., Leatham, K., & Sanchez, W. (2002). *Handheld graphing technology in secondary school mathematics: Research findings and implications for classroom practice*. Dallas, TX: Texas Instruments. Available at <http://education.ti.com/sites/US/downloads/pdf/CL2872.pdf>
- diSessa, A. A. (2001). *Changing minds: computer, learning, and literacy*. Cambridge (Mass.): The MIT Press.
- Ellington, A. J. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(5), 433–463.
- Heid, M. K. (1988). Resequencing skills and concepts in applied calculus using th computer as a tool. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 3–25.
- Kaput, J. (1992). Technology and mathematics education. In D. Grouws (Ed.), *A handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 515–556). New York: Macmillan.
- Kaput, J. (2007). Technology becoming infrastructural in mathematics education. *Models & Modeling as Foundations for the Future in Mathematics Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Means, B., & Haertel, G. (Eds.). (2004). *Using technology evaluation to enhance student learning*. New York: Teachers College Press.
- Piaget, J. (1970). *Structuralism*. New York: Basic Books.
- Roschelle, J., Pea, R., Hoadley, C., Gordin, D., & Means, B. (2000). Changing how and what children learn in school with computer-based technologies. *The Future of Children*, 10(2), 76–101.
- Roschelle, J., Tatar, D. , Shechtman, N., Hegedus, S., Hopkins, B., Knudsen, J., Stroter, A. (2007). *Can a Technology-enhanced Curriculum Improve Student Learning of Important Mathematics?* (SimCalc Technical Report 1). Menlo Park, CA: SRI International. Available at: <http://math.sri.com/publications/index.html>.
- Sweller, J., Cognitive load during problem solving: *Effects on learning*, *Cognitive Science*, 12, 257–285 (1988).